L'AGRONOMIE TROPICALE

COMMONWEALTH INST.
ENTOMOLOGY LIBRARY
- 8 OCT 1954
SERIAL Eu-71A
SEPARATE

1954
IX
N° 4
Juil.-Août

MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

POUR LA FUMURE

DES BANANIERS...

HYPERPHOSPHATES

et HYPERPOTASSIQUES MAGNÉSIENS

LES PREMIERS EN DATE

Réno

PARFAITEMENT ÉQUILIBRÉS

Rétablissent dans le sol des rapports convenables entre les principaux éléments fertilisants

ACCROISSENT LES RENDEMENTS

MAINTIENNENT LES PLANTATIONS EN PARFAIT ÉTAT

SEUL FABRICANT :

C. N. A. H. R. - 58, rue Galilée - **PARIS (8e)**

L'AGRONOMIE TROPICALE

PUBLICATION BIMESTRIELLE DU MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER
(Direction de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts)

Administration : Section Technique d'Agriculture Tropicale, 45 bis, av. Belle-Gabrielle, Nogent-s-Marne (Seine) - Tél. TRE. 34-90, 34-91

NUMÉRO **4** **Volume IX - 1954**

SOMMAIRE

ÉTUDES ET TRAVAUX :

Les recherches agronomiques relatives au cacao dans les territoires d'outre-mer

A. Angladette. — Introduction 391
Y. Poupart. — La production cacaoyère dans les territoires d'outre-mer 394
G. Alègre. — Les conditions climatologiques de la production cacaoyère dans nos territoires d'outre-mer 408
G. Aubert, H. Moulinier. — Observations sur quelques caractères des sols des cacaoyères en Côte d'Ivoire 428
Mlle J. Bâley, R. Chezeau. — Caractéristiques physiques et chimiques des sols à cacaoyers de la Côte d'Ivoire 439
L. Burle. — Aperçu sur les problèmes agronomiques 452
J. Magnin. — La lutte contre les insectes nuisibles au cacaoyer dans l'Ouest Africain 467
E. M. Lavabre. — Insectes dangereux aux cultures du cacaoyer au Cameroun 479

NOTES ET ACTUALITÉS 485

Xe Congrès international des industries agricoles et alimentaires, Madrid (30 mai-6 juin 1954), 485. — Les « Journées du riz » en Arles, 1er, 2 et 3 juillet 1954, 498. — La culture du cacaoyer aux Nouvelles-Hébrides, 500.

DOCUMENTATION 503

Ouvrages et documents généraux, 503. — Extraits bibliographiques, 506.

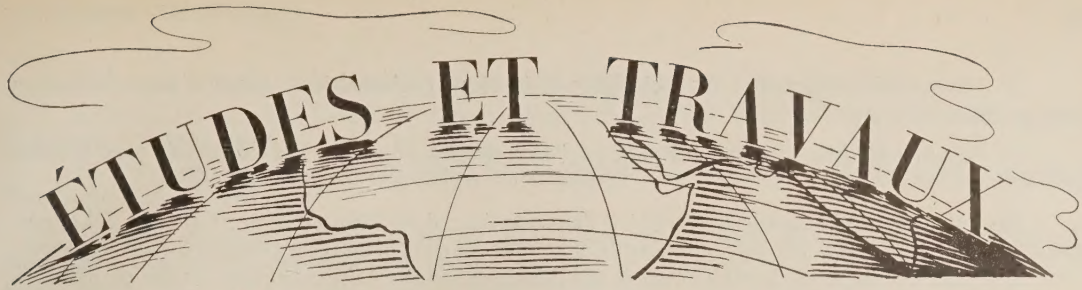
	ABONNEMENTS ANNUELS (six fascicules)		Chaque fascicule séparément
	" L'Agronomie Tropicale "	Documentation analytique	
FRANCE ET UNION FRANÇAISE..	3.000 francs	500 francs	550 francs
ÉTRANGER.....	3.500 francs	600 francs	650 francs

Le montant des abonnements doit être adressé à la « Régie des Recettes », Section Technique d'Agriculture Tropicale 45 *bis*, Avenue de la Belle-Gabrielle, Nogent-sur-Marne (Seine). — C/c. Paris 9067.50

Pour la publicité dans l'AGRONOMIE TROPICALE, s'adresser à Regico, 12, rue de l'Isly, Paris (8e)
Téléph. Laborde : 33-23.

Cliché : R. CREPIN

Plantation de Cacaoyers



LES RECHERCHES AGRONOMIQUES RELATIVES AU CACAO DANS LES TERRITOIRES D'OUTRE MER

INTRODUCTION

par **A. ANGLADETTE**
Directeur de la Section Technique d'Agriculture Tropicale

Les exportations de cacao de nos territoires d'outre-mer représentent en valeur près de trente trois milliards de francs métropolitains, soit un peu plus du sixième de la valeur de leurs exportations totales.

D'autre part le cacao se classe, à peu près à égalité avec l'arachide et les produits en dérivant, comme la deuxième denrée d'exportation de ces territoires, le café représentant nettement le premier produit d'exportation.

VALEUR DES PRINCIPALES EXPORTATIONS DE DENRÉES AGRICOLES ET FORESTIÈRES, EN 1953, DES TERRITOIRES D'OUTRE-MER
(*en millions de francs métropolitains*)

	AOF	Togo	Cameroun	AEF	Madagascar	Total
Café	20.028	992	3.694	902	12.836	38.452
Arachide (graines et huiles)	33.546	128	306	168		34.148
Cacao	15.762	1.966	14.224	722		32.674
Bois	1.900		1.310	6.630		9.840
Coton	288	294	4	7.124		7.710
Total de l'ensemble des exportations.	93.522	5.470	26.234	20.086	29.674	174.986

C'est assez dire l'importance de la production cacaoyère dans l'économie agricole des pays d'outre mer de l'Union Française, et l'intérêt que les pouvoirs publics lui portent. Cette importance revêt de plus un aspect politique et social, la production du cacao étant, en quasi-totalité, l'apanage des populations rurales autochtones.

Trois faits dominent actuellement cette production :

1° **La menace parasitaire**, de la maladie dite du swollen shoot notamment. Plus ou moins grave selon les régions de culture, cette menace nécessite pour être réduite des travaux de recherche, l'organisation et le maintien d'un réseau de surveillance et de détection, la mise en œuvre de moyens de lutte ou de prévention, l'utilisation d'un matériel végétal résistant.

Note de la Rédaction. — Les articles publiés dans *L'Agronomie Tropicale*, quelle que soit la personnalité ou la fonction de leur auteur, n'expriment qu'une opinion personnelle et ne sauraient être considérés comme une indication de la politique ou des intentions du Département.

2° Une certaine **stagnation des techniques culturales et d'entretien,** causes d'une stagnation correspondante des rendements.

3° Une **préparation du cacao laissant** parfois **à désirer,** résultant sans doute de prix d'achat jugés insuffisants par les producteurs, mais également de techniques un peu sommaires.

En outre, le problème de la qualité à l'exportation, dont l'importance ne saurait échapper, demande à être étudié tant sur le plan du conditionnement et de son contrôle que sur celui du transport.

L'Agronomie tropicale a publié durant ces dernières années de nombreuses études de détail se rapportant à ces divers points, et plus particulièrement au parasitisme, lequel, nous le répétons, constitue le problème primordial.

Récemment deux de nos meilleurs spécialistes d'Afrique furent chargés de mission pour étudier les conditions de la production cacaoyère en Equateur, en Colombie et au Costa-Rica. Leur rapport a fait l'objet, en avril 1954, d'une publication de la S. T. A. T., le Bulletin Agronomique n° 9.

D'autre part les bulletins apériodiques du Centre de Recherches agronomiques de Bingerville en Côte d'Ivoire font part des recherches entreprises par ce Centre et de leur avancement.

Il a paru opportun de faire connaître aux lecteurs de *L'Agronomie tropicale* l'état de notre production cacaoyère, de dresser, à cette occasion, l'inventaire de travaux poursuivis avec opiniâtreté tant sur les stations agronomiques d'outre-mer que dans nos laboratoires de recherche, et d'exposer les résultats obtenus.

Pour effectuer cette mise au point, il a été fait appel aux agronomes et aux techniciens français d'outre-mer qui se sont spécialisés en cette production et dont la compétence est reconnue tant des producteurs que des négociants et des exportateurs.

Dans le présent numéro de notre revue et le suivant, spécialement consacrés au cacao, on trouvera d'abord un article situant le problème cacaoyer dans le cadre de l'Union française :

La production cacaoyère dans les Territoires d'Outre-Mer par Y. Poupart.

Les conditions écologiques de la production font l'objet de trois études, traitant successivement du climat et des sols à cacaoyers :

Les conditions climatologiques de la production cacaoyère dans nos T. O. M. par G. Alègre.

Les sols à cacao de la Côte d'Ivoire, par G. Aubert.

Caractéristiques physicochimiques des sols à cacaoyers de la Côte d'Ivoire, par Mlle Beley et Chezeau.

Il était indispensable de faire le point des améliorations agronomiques dans les territoires français, c'est l'objet d'un article de M. Burle qui cependant n'a pas traité des questions du parasitisme.

Ces questions ont fait l'objet de cinq études dirigées, en ce qui concerne les parasites animaux par M. Nanta et les maladies par M. Bouriquet.

La lutte contre les insectes nuisibles au cacaoyer dans l'Ouest Africain, par J. Magnin.

Note sur les insectes nuisibles au cacaoyer au Cameroun, par E. M. Lavabre.

Les maladies à virus du cacaoyer de l'Ouest Africain, par Renaud.

Les principales maladies du cacaoyer au Cameroun, par J. Grimaldi.

La pourriture des fèves de cacao, par Renaud.

Enfin l'importance de la préparation, du conditionnement et du transport est telle qu'il a paru nécessaire de demander à des spécialistes de traiter ces questions.

La préparation du cacao, par M. Piellard, Mme Adda et Mme Hahn.

Le conditionnement du cacao dans nos T. O. M., par M. Piellard.

Le transport par voie maritime du cacao, par M. Marchand, capitaine au long cours.

On pourra s'étonner de l'hétérogénéité de ces articles, du manque de liaison entre eux ; en fait notre dessein n'était pas et ne pouvait être d'établir une étude complète de la production cacaoyère et des aménagements techniques, dont elle doit être l'objet. Notre seule ambition est de faire le point des recherches et des travaux poursuivis outre-mer par les différents organismes de recherches agronomiques.

A l'heure actuelle, les recherches sur le cacao sont essentiellement poursuivies :

a) En A. O. F., par le Centre de recherches agronomiques de Bingerville en Côte d'Ivoire, dont la station d'Abengourou est vouée au cacao.

b) Au Cameroun par la Station de recherches agronomiques de N'Koemvone, qui a remplacé l'ancienne station d'Ebolowa.

Dans les autres territoires, le cacaoyer n'est étudié qu'incidemment dans diverses stations de recherches. Les études présentées dans cette revue montrent les résultats encourageants obtenus, ils sont dus aux spécialistes qui, pour la plupart, nous ont apporté leur contribution.

A partir de ces résultats, il importe de poursuivre les recherches et de les coordonner ; c'est la raison pour laquelle, au sein du nouvel Office de la Recherche scientifique et technique outre-mer, il est prévu qu'un service agronomique spécialisé doit assurer cette coordination. Un conseil technique composé des représentants de la profession, des services techniques de la production et de la recherche aura à connaître de l'orientation générale des recherches à entreprendre par ce service, du programme de travail et des résultats obtenus.

La mise en place de ce service spécialisé en matière de café, cacao et thé est imminente ; elle répond, nous en sommes persuadés, aux vœux maintes fois exprimés par les producteurs et les professionnels intéressés ; ainsi la recherche agronomique française sera dotée d'une organisation comparable à celle existant dans les Territoires de l'Ouest africain britannique, avec lesquels une collaboration étroite s'est depuis longtemps instaurée, et que la conférence franco-britannique de Tafo a confirmée en 1953.

RÉSUMÉ. — *Des territoires français d'outre-mer producteurs de cacao, seuls les deux plus importants, l'Afrique Occidentale Française et le Cameroun, possèdent chacun un organisme de recherches agronomiques consacrant une partie de leurs travaux à l'étude de cette culture.*

Les méthodes de multiplication, les façons d'entretien des cacaoyers, les modes de préparation du cacao laissent actuellement à désirer. La nécessité de poursuivre les recherches et d'assurer leur coordination s'impose. Pour assurer cette dernière, va être créé, au sein de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, un service agronomique consacré au cacao, au café et au thé.

SUMMARY. — *Of all the French Overseas Territories growing cocoa, only the two most important productors : French West Africa and Cameroon have agronomical research organisations of their own consecrating part of their activity to study this crop.*

Propagation methods, cultural practices and treatments of the cocoa are deficient for the time being. It is, thus, important that research work should be furthered and coordinated. In order that such coordination may be achieved, the « Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer » is establishing a new Agronomical Service dealing exclusively with cocoa, coffee and tea.

RESUMEN. — *De todos los Territorios Ultramarinos Frances cultivando el cacao, solo los dos mas importantes productores : Africa Francesa del Oeste y el Camerun poseen organismos de investigaciones agronomicas dedicando parte de sus trabajos al astudio del cacao.*

Los metodos de propagacion, las practicas culturales tambien como el beneficio de las almendras son todavia deficientes. Sin embargo, es necesario perseguir las investigaciones y asegurar sus coordinacion. Para lograr a tol fines el « Office de la Recherche Scientifique et Technique Outremer » esta estableciendo un Servico Agronomico que dedicara a el cacao, cafe y te.

LA PRODUCTION CACAOYÈRE DANS LES TERRITOIRES D'OUTRE MER

GÉNÉRALITÉS

par **Y. POUPART**
Directeur du Centre de Recherches Agronomiques de Bingerville
Ingénieur en chef des services de l'agriculture d'outre mer

En 1942, un inventaire de la production française de cacao avait été dressé dans la « Monographie statistique du cacao » établie à la Section Technique d'Agriculture Tropicale par MM. Mancion et Montcoffe. Les derniers chiffres valables, qui remontaient à 1938 et étaient applicables à une économie de temps de paix, faisaient ressortir une production de plus de 90.000 tonnes, représentant environ le double de la consommation métropolitaine ; cette production se répartissait comme suit :

Côte d'Ivoire	55.000	tonnes
Cameroun	31.000	—
Togo	3.000	—
A. E. F.	1.000	—
Madagascar	300	—
Total	90.300	tonnes

Pour la campagne 1952-53, soit quinze ans après, la production était la suivante :

Côte d'Ivoire	65.000	tonnes
Cameroun	51.000	—
Togo	5.000	—
A. E. F.	2.200	—
Madagascar	350	—
Total	123.550	—

Pour les deux territoires gros producteurs, la Côte d'Ivoire et le Cameroun, l'évaluation de la production peut, compte tenu des années de guerre, dont l'incidence a été très différente suivant les circonstances locales, se schématiser dans les deux courbes ci-après.

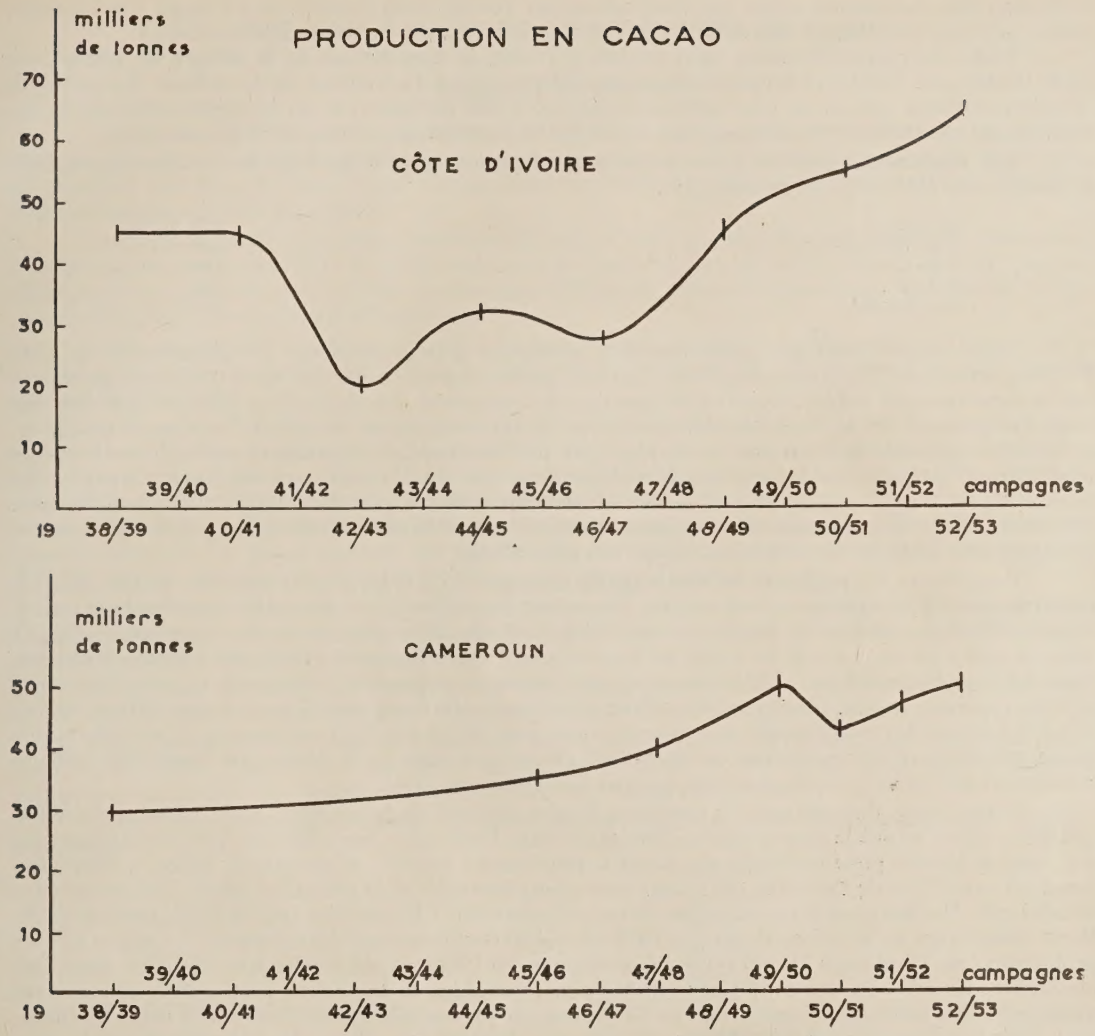
Nous voyons donc que cette production a augmenté dans tous les Territoires même en Côte d'Ivoire, qui après une très grosse chute pendant la guerre, a largement dépassé sa production de 1938.

Quels sont donc les facteurs qui ont déterminé cette évolution ?

L'**accroissement de la superficie plantée** intervient de façon différente suivant les Territoires mais poursuit une courbe régulière ; au Togo, toutefois, les plantations sont en général vieilles, ce qui explique que la production n'ait guère évolué. Il faut remarquer en effet, que l'accroissement apparent de production du Togo de 1950 à 1952 est dû à une importation de cacao de Gold Coast causée par une situation économique plus favorable en Territoire français, dans tous les autres Territoires, l'accroissement est dû principalement à l'entrée en production des plantations nouvelles.

Un second facteur favorable a été l'**évolution des prix** qui, déjà très rémunérateurs ces dernières années, ont atteint, au début de 1954, 165 à 175 fr. C. F. A. le kg en brousse, en Côte d'Ivoire et au Cameroun, dépassant celui du café. Il est bien évident que ces prix incitent les producteurs à ramasser toute leur récolte et que l'on ne voit plus, ainsi que c'était la règle il y a quelques années, une partie des fruits sécher sur les arbres.

D'une manière générale, l'**état d'entretien des plantations** n'a guère évolué ; il était relativement satisfaisant avant la guerre : les plantations étaient propres mais très peu de soins étaient donnés aux arbres. Les années difficiles, qui se sont succédées après 1945, n'ont pas facilité l'action des Services de l'Agriculture et les gros planteurs de la région de l'Indénié, par exemple, n'ont pu, pen-



dant quelque temps, trouver la main-d'œuvre qui leur était nécessaire. Maintenant la situation est redevenue normale et l'on peut dire que l'état d'entretien tend, d'une manière générale, à redevenir ce qu'il était avant la guerre.

Le **parasitisme**, par contre, est un facteur nettement défavorable dont, malgré la connaissance de méthodes de lutte efficaces, le développement a été considérable ces dernières années. Dans les Territoires français, le swollen shoot n'a pas revêtu, jusqu'à maintenant, le caractère de gravité qu'il a pris dans les Territoires britanniques et la forme virulente de Kongodia ne s'est guère étendue. Mais les capsides et la pourriture des cabosses continuent à causer de très gros dégâts. On estime, aussi bien au Cameroun qu'en Côte d'Ivoire, que l'action de la pourriture diminue les récoltes de 35 %, ce qui est considérable. Quant aux capsides ils amènent des pertes sensibles particulièrement dans les jeunes plantations. Dans l'état actuel des choses, c'est encore aux Services Administratifs qu'incombe la lourde tâche de lutter contre ces parasites : c'est un travail énorme, principalement dans les pays, où des périodes d'abandon presque total ont favorisé la pullulation des parasites, d'autant plus que la disposition des cacaoyères ne permet pas l'utilisation de moyens mécaniques puissants ; heureusement, et en attendant la possibilité de traiter chimiquement de grosses superficies, de simples mesures

d'hygiène des plantations, telles que l'enfouissement des cabosses pourries et l'élagage des branches sèches peuvent avoir une action de ralentissement très nette dans l'extension de ces fléaux.

Enfin, et particulièrement pour la Côte d'Ivoire, la **concurrence de la culture du caféier**, qui plaît mieux aux planteurs africains, freine considérablement l'extension de la culture du cacaoyer et il faut signaler que, si on peut estimer à environ 2.500 hectares par an la régénération de la cacaoyère, les plantations de caféiers, elles, s'étendent à une cadence cinq à six fois supérieure.

Les **rendements** moyens n'ont guère varié depuis la guerre, on peut les estimer approximativement aux chiffres moyens suivants :

Cameroun	350	kg/ha
Côte d'Ivoire	400	—
Togo	400	—
A E F	500	—
Madagascar	500	—

Nous voyons donc que, pour les deux territoires gros producteurs, le Cameroun et la Côte d'Ivoire, où ces chiffres représentent vraiment une production moyenne de l'ensemble des plantations, ces rendements sont faibles. Mais il n'est pas rare de rencontrer des plantations adultes bien entretenues, qui donnent 800 kg à une tonne de produit à l'hectare. Il y a donc une possibilité d'amélioration rapide des rendements moyens par un simple choix des terrains et l'utilisation de méthodes rationnelles de culture. C'est pourquoi les services de recherches se sont attachés, en première urgence, à repérer les meilleurs plants dans les populations locales et à entreprendre la sélection massale : les premières distributions de semences commencent seulement maintenant et il est vraisemblable qu'elles auront une incidence très nette sur le rendement moyen des plantations.

Par ailleurs, les **méthodes de bouturage du cacaoyer** employées pour la sélection étaient jusqu'à maintenant trop compliquées et d'un prix de revient trop élevé pour être utilisées en vulgarisation. Aussi a-t-il été nécessaire de mettre au point des méthodes plus simples et plus économiques. Cette mise au point est en cours et les premiers résultats sont encourageants : il semble possible d'obtenir, dans des installations fixes, relativement simples, plusieurs milliers de boutures à un prix de revient à peine supérieur à celui d'un plant de caféier de quinze à dix-huit mois. Dans ces conditions, la distribution deviendra possible dès que seront constitués les parcs à bois nécessaires, à partir de plants hauts producteurs, et multipliées les installations de bouturage ; nul doute que l'augmentation du rendement soit ici encore plus marquée que par la sélection massale.

Il faut enfin dire un mot du problème le plus critiqué de la production du cacao, celui de la **qualité** : celle-ci avant la guerre était satisfaisante dans l'ensemble, mais, depuis quelques années, elle n'a cessé de baisser pour atteindre son point le plus bas au cours de la campagne 1952-53. Heureusement les conditions de l'actuelle campagne sont plus favorables et le produit se révèle nettement plus satisfaisant. Quelles sont donc les causes de cette fluctuation ? Il faut dire tout d'abord que les conditions climatiques de la saison de récolte 1952 ont été particulièrement désastreuses ; les pluies se sont prolongées très longtemps et ont empêché le séchage, en l'absence de locaux spécialement aménagés à cet effet. En 1953-54, ces conditions ont été plus favorables et une active propagande et certaines mesures locales telles que l'institution, au Cameroun, de primes à la qualité, ont aidé à cette amélioration, Mais le facteur le plus important a été la hausse des prix qui a incité les planteurs à vendre vite et par conséquent éliminé un stockage souvent très mal réalisé.

On n'insistera jamais trop sur le fait que l'amélioration de la qualité n'est jamais du ressort des services techniques : c'est une question de prix. Les cultivateurs savent parfaitement comment il faut préparer le cacao ; encore faut-il que le travail, que cette préparation entraîne, soit justement rémunéré. Tant que des intermédiaires peu consciencieux, pratiquant le porte à porte, achèteront n'importe quel produit à un prix équivalent à celui du produit de qualité, tant que le commerçant honnête ne disposera pas d'une marge suffisante pour payer à sa juste valeur le cacao de qualité, le cultivateur n'aura aucune raison de faire un effort supplémentaire qui, dans les conditions actuelles, ne lui apporte que peu de bénéfice ; et l'on continuera à avoir une proportion considérable de cacao non fermenté. Tant aussi que le prix ne sera pas régularisé au cours d'une même récolte, les cultivateurs auront tendance à stocker pour bénéficier des hauts cours de fin de campagne et, les installations étant toujours insuffisantes, quand elles ne sont pas inexistantes, on continuera à voir augmenter la quantité de cacao moisi.

Le problème de la qualité n'est pas un problème agricole, c'est un problème commercial.

CONDITIONS LOCALES DE LA PRODUCTION DU CACAO

1° Cameroun (J. Boissont)

La culture du cacaoyer est localisée dans la zone forestière, côtière et centrale. Importée, à l'origine, des côtes et des premières voies de communications, où l'on rencontre encore de très vieilles plantations, elle s'est progressivement acheminée vers son pays d'élection d'aujourd'hui : Ebolowa, Sangmelima et surtout Yaoundé.

Les premiers pays à cacaoyers des zones basses du Sud, au climat chaud et humide, favorables à cette culture, mais aussi à la multiplication et à la virulence des maladies, ont dû céder le pas aux régions plus peuplées et plus fraîches situées entre 400 et 750 mètres d'altitude, qui produisent actuellement 80 % de la production du Cameroun.

Cette progression n'est pas encore terminée, elle se prolonge actuellement sur Bafia, Doumé et Abong-Mbang à la limite extrême de la forêt, mais désormais l'aire d'extension de cette culture est nettement limitée.

La situation des plantations présente deux aspects très différents. Si le terrain est tourmenté et que les routes empruntent des lignes de crêtes, elles sont groupées en des points bien déterminés difficilement accessibles, aux sols profonds et riches, mais souvent situés à 3 ou 4 km du village ou de la route. Si le terrain est plat, anciens lits de fleuves ou de marigots, elles sont au contraire groupées à proximité du village et souvent en bordure de la route, ce qui présente bien des avantages mais aussi l'inconvénient de les placer souvent sur des terrains usés par les cultures vivrières, d'où végétation difficile, peu de rendement et moindre résistance aux attaques parasitaires.

La production du cacao est presque exclusivement assurée par les planteurs africains et leurs familles, qui emploient encore des méthodes culturales rudimentaires, demandant peu d'efforts, et qui conviennent à leur tempérament.

La production totale du Cameroun, pour la campagne 1953-1954 qui tire à sa fin, dépassera 50.000 tonnes, pour une surface plantée d'environ 180.000 hectares en production.

Les exportations des ports de Douala et Kribi, accusent une sortie de 60.400 tonnes de cacao pour l'année 1953, mais il faut considérer qu'une partie de la production de 1952, qui fut tardive exportée au cours des cinq premiers mois de 1953, entre dans ces chiffres.

Cependant les tonnages exportés ont sensiblement augmenté ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants :

2.400 t.	en 1919	
5.300 »	en 1926	
7.600 »	en 1927	
10.900 »	en 1931	
19.000 »	en 1934	
31.000 »	en 1938	
34.840 »	en 1945	
40.430 »	en 1947	
43.600 »	en 1948	
51.260 »	en 1949	
43.722 »	en 1950	
47.058 »	en 1951	
51.089 »	en 1952	chiffres douanes
60.400 »	en 1953	chiffres douanes

Le Conseil Permanent du Cacao, réuni à Yaoundé au début de 1953, après examen des résultats peu satisfaisants obtenus en 1952, prit une série de mesures destinées à amorcer le développement de la production, l'amélioration de la qualité et la normalisation de la commercialisation à l'intérieur qui laisse fort à désirer. Soit :

le renforcement du Service du Conditionnement à l'intérieur,
des essais de mouvements coopératifs dirigés,
des essais de ventes groupées,
une prime au cacao de qualité,
l'établissement de la carte du planteur,
une propagande poussée.

Ces mesures, ajoutées à des prix inespérés, atteignant 175 et 180 francs C. F. A. le kg en brousse, ont eu d'heureuses répercussions sur la campagne 1953-1954, elles doivent permettre de tirer de saines conclusions basées sur des réalités, et, au Secteur Expérimental de Modernisation agricole des cacaoyères (Plan quadriennal), de démarrer en 1954, après une mise en place facilitée et rapide.

L'évolution de la qualité, après une chute continue de 1949 à 1952, marque un net redressement en 1953.

	Année 1949	Année 1952	Année 1953	Amélioration sur 1952
Supérieur	49,46 %	8,76	20,28	+ 11,52 %
Courant	37,93 %	49,43	55,65	+ 6,13 %
Limite.....	12,24 %	38,43	21,07	— 17,36 %
Déchets	0,37 %	3,38	3,09	— 0,29 %

L'amélioration de la qualité présentée dans ce tableau des Exportations est nettement en dessous de la réalité, car les chiffres de la commercialisation des mois de décembre 53, janvier et février 1954 n'y figurent pas. En réalité, vu les chiffres donnés, au Secteur agricole du centre, par les quatre principales régions productrices de cacao (80 %), il est permis de dire que l'amélioration de la qualité pour la campagne 1953-1954 se situe autour de :

Supérieur + 15 %
Courant + 10 %

au détriment du limite et des déchets qui deviennent insignifiants. Les résultats définitifs de la traite 1953 ne pourront être donnés avant le mois d'avril.

Les mesures prises, qu'elles soient à l'essai ou peu efficaces, n'ont qu'une petite part dans l'amélioration constatée cette année, qui provient en grande partie du fait que les cours exceptionnellement élevés (85 à 175 francs) ont éliminé les stockages habituellement pratiqués par les planteurs et le petit commerce. La preuve en est dans le fait, que la traite 1953 sera pratiquement terminée au 28 février 1954, avec deux mois d'avance sur celle de 1952.

La prime à la qualité, dont on attendait beaucoup, n'a pas donné les bons résultats escomptés :

20 % seulement de la production ont été commercialisés sur les marchés.

80 % ont été commercialisés au porte à porte.

30 % seulement du cacao supérieur exporté ont été présentés sur les marchés, pour bénéficier de la prime à la qualité.

La preuve est faite, si elle avait besoin de l'être, que, dès que les cours sont intéressants, les stockages inutiles disparaissent et que la qualité s'améliore, donnant ainsi raison aux défenseurs du prix fixe de campagne, premier pas vers une saine réalité.

L'évolution de la commercialisation à l'intérieur reste le point crucial de l'amélioration générale recherchée, elle est l'objet d'essais et de mesures qui n'ont pu donner satisfaction à ce jour.

Il est à craindre que, tant que l'on ne changera pas radicalement le système actuel des achats en brousse : marché porte à porte, traitants, clerks à cacao, les améliorations obtenues ou à venir ne soient que précaires.

Plusieurs propositions ont été étudiées par le « Conseil Permanent du Cacao », qui n'a pu les retenir faute de moyens suffisants :

1° la création d'un Office du cacao,

2° l'achat à prix fixe de campagne,

3° la création de mouvements coopératifs dirigés.

Des mesures prises en 1953 en faveur d'une saine évolution de la commercialisation, celles concernant la suppression de l'achat de porte à porte ne pouvaient être efficaces, car pour supprimer cette sorte d'achat, il faut pouvoir le remplacer par du nouveau et surtout ne pas avoir à revenir au portage, que les planteurs détestent à juste raison.

Seules les ventes groupées, encore à leur début, semblent devoir donner satisfaction, bien qu'elles se heurtent à l'indifférence de nombreux planteurs, à la difficulté de leur faire admettre la nécessité de payer une redevance de 3 francs par kg et à la concurrence déloyale des achats au porte à porte.

Pour leurs débuts, quatre Centres de groupage de cacao de la région du Nyong et Sanaga ont rassemblé et vendu 200 tonnes présentant 55 % de supérieur et 35 % de courant, à des prix supérieurs de 5 à 35 francs par kg sur les prix pratiqués par les clerks sur les marchés.

Dans la région du M'bam, 500 tonnes de cacao supérieur, groupées sur les marchés, ont été vendues aux enchères à des prix dépassant toutes les espérances. Sur ceux du Nyong et Sanaga plus de 300 tonnes.

Les ventes groupées avec ou sans Centre de groupage ont donc porté, dès cette première année, sur plus de mille tonnes de cacao supérieur.

De l'intérêt et de l'engouement des producteurs envers ces essais, dépend peut-être l'évolution future de la commercialisation et de la qualité du cacao produit au Territoire, ainsi que la continuité de l'encadrement nécessaire à tout paysannat bien compris.

2° **Côte d'Ivoire** (M. Henry)

Le cacaoyer fut introduit vers 1880 de Gold Coast en Côte d'Ivoire par des Fantys, qui connaissaient la plante et la propagèrent dans la région frontière d'Aboisso, ensuite dans le bassin lagunaire. Puis la culture s'étend lentement vers l'Ouest et atteint Dabou et Tiassalé. A partir de 1908, le Gouverneur Angoulvant fait distribuer des cabosses gratuitement et facilite l'octroi de concessions aux planteurs européens.

En 1912, suivant l'exemple des méthodes employées en Gold Coast, le Gouvernement choisit la région de l'Indénié pour le développement du cacaoyer, et la culture est poussée de façon énergique. Un ralentissement sensible se fait sentir durant la guerre 1914-18 par suite du manque de cadres, mais le mouvement est repris dès 1919, et, en 1925, la production exportée est déjà de 6.000 t. de cacao marchand. Les qualités étaient bonnes à cette époque, et un contrôle rigoureux des produits était pratiqué sur les marchés d'achat. Les charges apportées étaient triées à la main sur place, et tout le produit du triage détruit par le feu.

A partir de 1926 et jusqu'en 1929 une forte hausse du prix du cacao soutint favorablement l'effort d'extension des cultures, et beaucoup d'africains n'attendent plus le passage des équipes de plantation pour commencer leur travail. Il y eut alors deux types de plantations : le type collectif, aux abords des villages, effectué sous surveillance administrative et de manière rationnelle, et dénommé très souvent « Plantation du Commandant », le type individuel, dans lequel rentrent toutes les petites plantations disséminées sur tout l'espace vital du village et souvent volontairement cachées le long des pistes secondaires. Dès 1934 le système collectif fut abandonné et l'administration encouragea la plantation individuelle. Cette dispersion de l'effort et cette multitude de petites plantations fait sentir aujourd'hui ses inconvénients pour la surveillance, la lutte contre les maladies, la récolte et la préparation du produit. De plus, par manque de connaissances, ces plantations furent souvent établies dans de mauvais terrains, manquant surtout de profondeur, irrégulièrement plantées et à densité trop élevée.

A partir de cette date, l'extension des superficies plantées s'arrête pratiquement. La période de guerre, pendant laquelle les cours tombent à zéro, voit même beaucoup de planteurs abandonner leurs cacaoyères. A plus forte raison n'est-il pas question de la régénération ou du remplacement des plantations en prévision de leur vieillissement.

En 1933 apparaît, en plus des maladies et parasites déjà connus, le swollen shoot. Cette maladie à virus, qui faisait déjà des ravages très importants dans le Territoire voisin de la Gold Coast, cause de graves inquiétudes au Gouvernement de la Côte d'Ivoire, qui édicte des mesures sévères et commence l'abattage des plantations les plus atteintes.

Les travaux des spécialistes du Centre de Recherches Agronomiques, et les prospections entreprises montrent que le swollen shoot se présente en Côte d'Ivoire sous deux formes, l'une virulente et l'autre atténuée. Heureusement, la forme virulente, dite de Kongodia reste cantonnée dans un secteur très limité de l'Est du Territoire. La forme atténuée, dite de Sankadiokro, s'est développée

par taches dans diverses régions, mais sans que les plantations semblent en souffrir, et sans qu'il y ait d'incidence visible sur la production.

Dans ces conditions, la politique d'abattage, qui présentait de graves inconvénients, fut arrêtée en 1948 pour toutes les plantations qui ne présentaient pas la forme virulente. Depuis cette date la surveillance des foyers continue sans révéler de changements notables. Cependant en 1953 une reprise de la maladie dans la tache de Kongodia a nécessité l'abattage de 70 hectares de plantation.

En dehors du swollen-shoot, le cacaoyer en Côte d'Ivoire est sujet aux attaques des parasites classiques. Les punaises, *Salbergella* et *Helopeltis*, viennent en tête et sont responsables à elles seules de la perte d'une quantité énorme de fruits, que l'on peut estimer à 20 % de la production totale. Tout est mis en œuvre à l'heure actuelle pour trouver un traitement efficace et bon marché qui permette de réduire dans de bonnes proportions les dégâts effectués par ces insectes. Il faut citer parmi les autres parasites importants la pourriture brune et le *Loranthus*, plante épiphyte redoutable dans certaines régions.

Quelle est donc à l'heure actuelle la situation de la cacaoyère de Côte d'Ivoire ?

Entre les mains des Africains pour près de 90 % de la superficie totale, les plantations en rapport sont dans l'ensemble en période de vieillissement, aucune nouvelle plantation n'ayant pratiquement été effectuée entre 1930 et 1945. L'engouement des planteurs africains pour le caféier au détriment du cacaoyer persiste. Les raisons principales en cette faveur du caféier sont les suivantes : plus grande régularité des cours du café, possibilité de stockage du produit alors que le cacao ne se conserve que peu de temps, production du caféier à quatre ans alors qu'il faut attendre sept ans pour avoir une récolte sur le cacaoyer, plus grande facilité de mise en place des plantations de caféiers.

Pour réagir contre cette tendance et éviter à la Côte d'Ivoire le risque de devenir un pays de monoculture caféière, une propagande aussi intense que possible a été effectuée depuis plusieurs années en faveur du cacaoyer. Les résultats de cette action ont été assez décevants, et malgré la prime aux nouvelles plantations fixée à 10.000 fr. l'hectare, il n'est guère planté chaque année que 2.500 à 3.000 hectares, ce qui suffira tout juste à maintenir le potentiel actuel de production.

Pour renforcer l'action entreprise, il vient d'être décidé dernièrement de supprimer l'aide financière apportée aux jeunes plantations de caféiers et de renforcer celle apportée à celles de cacaoyers. La prime cacao a donc été portée de 10.000 à 15.000 fr. à l'hectare, alors que la prime café, qui était également de 10.000 fr. était supprimée à compter du 1er janvier 1954.

Par ailleurs, l'augmentation progressive du nombre des cabosses sélectionnées, que la Station Expérimentale d'Abengourou va mettre à la disposition de la vulgarisation, permettra à ce service d'intensifier plus facilement sa propagande, en lui facilitant l'entrée chez un plus grand nombre de planteurs.

Il faut attendre deux ou trois ans pour juger si ces différentes mesures vont suffire à rétablir l'équilibre souhaité entre les deux productions principales de la Côte d'Ivoire.

On doit ajouter que l'heureuse remontée des cours depuis 1948 a été un facteur important de la reprise des plantations de cacaoyers. Si les prix se maintiennent dans les années à venir, le rajeunissement et l'augmentation de la cacaoyère seront grandement facilités.

La politique du Gouvernement de la Côte d'Ivoire n'est d'ailleurs pas axée principalement sur l'accroissement des superficies plantées, mais plutôt sur l'augmentation de la production par l'amélioration des rendements.

Le rajeunissement des plantations et l'augmentation des rendements par une culture rationnelle (engrais, traitements insecticides, taille, etc.) sont donc parmi les premières préoccupations de l'Administration responsable. Cependant le souci principal en Côte d'Ivoire reste l'amélioration de la qualité. Cette importante question est analysée par ailleurs ; signalons toutefois que si, depuis la guerre, la qualité du cacao de la Côte d'Ivoire avait baissé régulièrement, jusqu'à devenir, au cours de la campagne 1952-53, catastrophique, un très net redressement a été constaté cette année : certes, nous sommes loin encore des 70 % exportés il y a vingt ans en qualité supérieure, mais la répartition de la campagne 1953-54 en 14,5 % de supérieur, 60,5 % de courant et 25 % de limite est nettement plus satisfaisante que celle de l'année précédente et redonne confiance à l'avenir.

COMMERCIALISATION DU CACAO EN CÔTE D'IVOIRE

Campagnes	Exportation (en tonnes)	Prix d'achat (en fr. C. F. A.)
1915/16	186	
1916/17	317	
1917/18	420	
1918/19	960	
1919/20	1.035	
1920/21	1.475	
1921/22	2.360	
1922/23	3.600	
1923/24	4.300	
1924/25	6.280	
1925/26	6.480	
1926/27	9.750	6,50 à 7,50
1927/28	14.490	7,50 à 8
1928/29	16.313	6
1929/30	20.360	4,8
1930/31	19.875	3,20
1931/32	25.775	2,90
1932/33	30.900	2
1933/34	41.590	1,42
1934/35	43.565	1,29
1935/36	49.760	1,44
1936/37	48.065	3,10
1937/38	52.720	3,27
1938/39	55.180	2,50
1939/40	45.359	3,09
1940/41	52.960	3,71
1941/42	28.690	4,34
1942/43	543	6,12
1943/44	14.672	3,20 à 4,30
1944/45	29.936	6,30 à 6
1945/46	28.337	8,50
1946/47	25.235	13,70
1947/48	34.958	15 à 45
1948/49	56.195	30 à 55
1949/50	61.680	55 à 80
1950/51	55.450	92 à 100
1951/52	50.170	80 à 110
1952/53	65.000	90 à 165

3° **Togo** (M. BERGE)

Le cacao présentant en valeur les deux cinquièmes des exportations du Togo, ce produit se place parmi les premières richesses du Territoire.

Cette culture est strictement localisée dans les zones montagneuses, qui bordent la frontière du Togo britannique, dans le Cercle de Klouto et dans le Sud et Sud-Ouest de celui d'Atakpamé.

Les cacaoyères sont installées sur des terrains alluvionnaires riches, dans des fonds de vallées humides à une altitude variant de 200 à 500 mètres.

Dans les régions de grande culture la pluviométrie est abondante et atteint en moyenne 1.800 mm par an, les saisons sèches y sont moins marquées que dans le reste du Territoire.

Dans le cercle d'Atakpamé, ce sont les régions de l'Akposso-Ouest et de l'Akposso-Sud qui sont les plus productives, dans le cercle de Palimé c'est la zone limitrophe de la frontière de la Gold Coast et la plantation d'Agou, qui donnent les plus importantes récoltes en cacao.

Entre ces régions de haute production, dans les deux cercles, se trouvent des zones où la culture cacaoyère présente un caractère sporadique plus ou moins marqué.

Quand ils ne pratiquent pas le semis direct, les cultivateurs autochtones préparent eux-mêmes leurs plants en pépinière et effectuent la mise en place fin avril ou mai au moment de la grande saison des pluies. La plantation, toujours serrée, se fait sous ombrage assez dense et très fréquemment en association avec bananier et taro.

En général, les plantations sont bien entretenues mais peu de soins sont donnés aux arbres, et le Service de l'Agriculture, dans le but d'assurer l'exportation de fèves de qualité, doit veiller à l'état sanitaire des plantations en envoyant sur place des équipes chargées de l'élagage des arbres et du dépistage des maladies.

La première récolte des cabosses se fait au mois de juillet ; à cette époque, bien que le séchage soit difficile, on obtient cependant un produit de qualité.

La seconde récolte, la récolte principale, a lieu d'octobre à décembre, le cacao obtenu pendant cette période est d'excellente qualité.

Les variétés rencontrées sur l'ensemble des plantations sont du type Amélonado avec parfois quelques Trinitario.

En plus des plantations autochtones, il faut signaler l'existence d'une plantation européenne d'une centaine d'hectares située près de Palimé. Cette cacaoyère plantée à l'espacement de 4 m × 4 m fut constituée par les Allemands entre 1900 et 1908, elle a été depuis confiée à une société privée. Quoique les arbres soient âgés de quarante-cinq ans, elle donne encore un rendement moyen de 600 kg/ha.

La production contrôlée du Togo est très variable suivant que les conditions économiques favorisent le passage de la frontière avec la Gold Coast dans un sens ou dans l'autre.

De 1942 à 1952 les tonnages produits ont été les suivants :

1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
1.705	3.124	2.779	1.545	2.076	2.981	2.570	2.451	4.531	4.417	4.994	7.833

Les surfaces cultivées en 1942 de l'ordre de 10.000 ha sont restées à peu près inchangées, car on ne peut accroître cette culture que sur des terres de moindre qualité en général réservées aux caféières.

La qualité des produits Togo livrés à l'exportation est particulièrement bonne, et, durant la période de 1942 à 1952, cette qualité n'a fait que s'affirmer. Les derniers résultats pour les années 1952 et 1953 donnent les chiffres suivants :

	1952	1953
Supérieur	59,3	84,6
Courant	30,7	14,7
Limite	9,5	0,7
Non conforme	0,5	

4° **A. E. F.** (P. Coleno)

La culture du cacaoyer a été introduite au Gabon en 1925, dans la région du Woleu-N'Tem, région limitrophe du Cameroun, où elle avait été lancée sous l'occupation allemande.

Depuis cette époque, cette culture s'est étendue progressivement à toute la région du Woleu-N'Tem, principalement dans les districts de Minvoul, Bitam et Oyem.

Le cacaoyer est cultivé uniquement par les Africains en plantations collectives ou familiales. Il n'existe aucune plantation européenne.

Les semences utilisées pour le lancement de cette culture et pour son extension ont toujours eu pour origine des plants quelconques, dans leur choix les questions variété et rendement n'entrèrent aucunement en jeu. Ce n'est d'ailleurs qu'en 1949 que le Cameroun, gros producteur, commença à installer une station de recherches à Ebolowa. Le Gabon, dont la production est relativement faible, ne peut se permettre une telle charge et pourra probablement profiter des enseignements et des recherches de son voisin.

Malgré cette hétérogénéité de semences, le cacaoyer végète très correctement en plantation sur sol de forêt primaire et convenablement ombragé. Malheureusement il est bien loin d'en être toujours ainsi, le planteur du Woleu-N'Tem, attiré vers la culture du cacaoyer par les hauts cours du cacao,

cherche avant tout une production de rapport demandant un travail minime. Si quelques plantations ont été faites sur des bases rationnelles suivant les conseils des agents de l'agriculture, la majorité d'entre elles ont été réalisées sur des terrains déjà défrichés, vieilles plantations de manioc en général, d'où sol déjà épuisé et ombrage presque nul.

Pendant très longtemps les plantations furent groupées le long des routes et des pistes pour faciliter la surveillance du commandement, aujourd'hui, de plus en plus, les cacaoyères sont éparpillées et il a fallu pour les desservir ouvrir des pistes dites « cacaoyères ».

Malgré tous les efforts de persuasion, la technique culturale du planteur de cacaoyer du Woleu-N'Tem n'a guère évolué depuis l'introduction de cette culture.

Le planteur sème trois à quatre fèves par trou, à 2 cm de la surface du sol, après avoir à peine gratté le sol. L'écartement entre les pieds, qui, dans le cas des planteurs évolués, est de 2,75 m sur 3 m, est généralement peu respecté. Le semis est fait un peu au hasard, en général très serré de façon à limiter les travaux de préparation du sol. Il n'est évidemment pas question pour le planteur africain de semer en pépinière, cette méthode faisant de plus perdre au jeune plant six mois.

L'entretien et la conduite des plants sont presque inexistants. Quelques débroussements superficiels sont seulement effectués en attendant que l'ombrage du cacaoyer adulte soit suffisant pour éviter l'envahissement du sol par la brousse.

La production est environ de 400 à 500 g par arbre adulte, soit au minimum 400 kg à l'hectare pour des arbres de dix à quinze ans.

La cueillette se fait toute l'année avec des pointes de production en novembre-décembre et juin-juillet. Les cabosses sont cueillies mûres, jaune d'or ou rouge orangé suivant les variétés.

Les cabosses cueillies, soit en sectionnant le pédoncule à la matchette, ou plus généralement arrachées (ce qui ouvre la porte à de très nombreux parasites) sont mises en tas et ouvertes à l'aide d'un maillet de bois.

Fèves et mucilage sont mis à fermenter dans des caisses de bois, et brassés. Le Service de l'Agriculture distribue depuis 1949 des caisses de fermentations dont les dimensions sont les suivantes : longueur 1,20 m, largeur 0,60 m, hauteur 0,60m. Cette caisse est divisée en deux par une cloison, donnant ainsi deux compartiments de 0,60 m au cube, permettant, par passage de la masse d'un côté à l'autre, un brassage meilleur.

La fermentation, qui dure six jours en moyenne, est en général faite de façon correcte et produit des fèves de couleur extérieure brun rouge et intérieure brun chocolat. Les défauts de fermentation sont d'ailleurs sanctionnés par le contrôle du conditionnement : fèves compactes et ardoisées.

La fermentation effectuée, les fèves sont mises à sécher sur des claies mobiles glissant sur des supports de bois et pouvant s'abriter sous un toit de tuiles de palmiers. Ces séchoirs sont nommés, on ne sait d'ailleurs pourquoi, séchoirs « autobus ».

Etant donné la forte hygrométrie régnant au Woleu-N'Tem, le séchage est en général trop long et la couche superficielle très peu brassée se moisit facilement, d'où une dépréciation très appréciable du produit.

Le planteur trie ensuite sa récolte, enlevant les fèves germées et plates, les débris de pulpe et les corps étrangers, puis stocke son produit en sacs ou paniers en attendant la vente. Il le stocke ainsi en attendant des cours élevés, mais le cacao étant très sensible aux moisissures, la qualité en est affectée.

La commercialisation se fait, à l'encontre de ce qui existe au Cameroun, non librement mais sur des marchés à date fixe et sous le contrôle de l'administration. Toutes les charges sont, avant la vente, soumises à un contrôle de qualité, les lots inexportables étant rejetés.

Le cacao est acheté sur les marchés aux producteurs à des prix variant de 80 à 100 fr. le kg, ce qui est un prix hautement rémunérateur, compte tenu du travail effectué par le planteur.

On pouvait évaluer en 1952 pour le Woleu-N'Tem le nombre d'arbres à dix millions, se répartissant sensiblement comme il suit :

Age	Nombre d'arbres	Superficie	Rendement par arbre
Moins de cinq ans	4.560.000	2.300 ha	rendement nul
Cinq à dix ans	2.500.000	1.000 ha	200-250 g
Plus de dix ans	3.000.000	1.200 ha	400-600 g

La production est en hausse depuis 1937, en exceptant les années de guerre, cette hausse étant surtout sensible depuis 1948, année où les cours sont devenus intéressants pour les producteurs.

1937	991 tonnes	1946	1.395 tonnes
1938	1.041 —	1947	1.596 —
1939	940 —	1948	1.813 —
1940	940 —	1949	1.366 —
1941	2 —	1950	2.448 —
1942	12 —	1951	2.219 —
1943	19 —	1952	2.214 —
1944	29 —	1953	2.690 —
1945	1.718 —		

Mais cette hausse est due surtout à l'entrée en production de nouvelles plantations. Le rendement moyen par arbre est en baisse, baisse due à de très nombreuses maladies (pourritures noire et brune, maladies des feuilles, chancre du collet, pourridié), qui se propagent rapidement par suite du manque d'entretien général des plantations. On peut évaluer la perte de production due aux parasites végétaux et animaux à 50 %, ce qui est très appréciable.

Le Service de l'Agriculture et ses équipes phytosanitaires ne peuvent entretenir toutes les plantations et les traitements anticryptogamiques et insecticides ne font pas, et il s'en faudra de longtemps, partie de la technique culturale du planteur du Woleu-N'Tem.

Une coopérative de traitement phytosanitaire a été cependant fondée à N'Kolmengoa, dans le district de Minvoul, et il faut espérer que sa réussite servira d'exemple au planteur africain.

La qualité s'est améliorée considérablement depuis 1949, date à laquelle fut installé un poste de contrôle du conditionnement à Bitam. Le tableau ci-dessous fait apparaître le pourcentage de qualité depuis la mise en marche du contrôle.

Campagne	Supérieur	Courant	Limite
1948-1949	25,9 %	36,3 %	37,8 %
1949-1950	69,2	25,2	5,6
1950-1951	70,7	25,9	3,4
1951-1952	56,4	38,1	5,4
1952-1953	54,1	36,2	9,7
1953-1954, à fin mai	66	25	6,5

Le cacao Gabon est actuellement coté comme le meilleur cacao Cameroun.

Le pourcentage de cacao limite est toujours très faible, mais la qualité est en général diminuée par la pratique du coxage que nombre d'acheteurs pratiquent.

Il a été institué dès 1946 une caisse de soutien du cacao, qui a permis, par le produit de ses taxes, de renforcer l'armature technique agricole des régions productives, la lutte phytosanitaire, de construire des pistes cacaoyères, de limiter le portage.

Les hauts cours, l'augmentation de la production et la masse considérable d'argent mis en circulation au Woleu-N'Tem font du Woleu-N'Tem une région, où le paysannat africain se stabilise et s'enrichit.

Cette situation ne peut que s'améliorer. Dans quelques années vont entrer en production les districts de Médouneu et de Mitzic au Woleu-N'Tem, où l'extension des plantations s'est poursuivie sans aucune pression administrative depuis 1949, le paysan étant à même de constater le profit qu'en tiraient les planteurs des districts voisins.

En 1951-1952, l'Ogooué Ivindo a vu le lancement de la culture du cacaoyer et déjà près de 1.000 hectares sont plantés. Le Nord du district de N'Djolé, les districts de Libreville et de Kango voisins de ceux de Mitzic et de Médouneu suivent la même voie. Il est normal de penser, même en tenant compte des pertes considérables dues aux maladies cryptogamiques, que la production cacaoyère du Gabon double dans cinq ou six ans.

Au Moyen Congo, les procédés culturaux sont essentiellement identiques à ceux employés au Gabon. La production est localisée dans le district de Souanké bordant d'une part le Cameroun et d'autre part le Gabon.

La production actuellement commercialisée est de 15 tonnes dont 80 % en qualité supérieure. Les prévisions de production pour cette région sont pour :

1954-55	de 30-35 tonnes
1955-46	de 55-60 tonnes
1956-57	de 80-85 tonnes
1957-58	de 110 tonnes

pour arriver à 300 tonnes en 1960.

Il y a par ailleurs une petite production très localisée dans le district de Mossaka.

La production européenne au Moyen Congo (un seul planteur) est de 10 tonnes par an en qualité supérieure.

5° **Madagascar** (M. Crépin)

La région du Sambirano et de Nossi-Bé, où est cultivé le cacaoyer, se situe au Nord de Madagascar, sur la Côte Ouest. Il existe également quelques plantations sur la Côte Est, notamment vers Tamatave, mais je n'ai aucun renseignement à leur sujet.

La zone étudiée est située par 48°30′ de longitude Est et entre le 13° et 14° de latitude Sud. Elle est formée essentiellement d'une plaine alluviale de 40.000 hectares environ divisée en deux grandes zones : le Haut-Sambirano qui couvre 10.000 hectares environ et le Bas-Sambirano.

Le climat est d'un type particulier. Un écran montagneux formé par les massifs du Tsaratanana et du Manongarrivo protège en effet la région des alizés du Sud-Est desséchés par leur traversée de l'Ile d'Est en Ouest. Elle est donc intégralement soumise aux influences maritimes et, de ce fait, sans avoir l'humidité persistante de la côte Est, elle est toutefois plus humide que la côte Ouest. La saison des pluies est semblable à celle de cette dernière mais un peu plus longue. Quant à la saison sèche si elle est marquée, elle est moins brutale. Ce ne sont pas tellement les pluies qui l'atténuent que les abondantes condensations nocturnes, dont les statistiques pluviométriques ne rendent pas compte. Le régime des vents est celui existant dans la côte sous le vent des îles tropicales avec alternance de la brise de terre et de la brise de mer. Dans de telles conditions le climat est d'une assez grande régularité avec des températures extrêmes excédant rarement 30° C et 20° C.

Les sols sont formés d'alluvions arrachées au massif volcanique du Tsaratanana et dont une grande partie est encore recouverte d'une forêt primaire (bassin de la Ramena) ; les terres sont formées par des couches de limon reposant sur des couches de sable et de limon alternées. Les divers dépôts alluvionnaires sont d'épaisseur variable, notamment la couche supérieure de limon varie de 0,80 m environ à 2 m. Les sols sont en général bien constitués physiquement et bien pourvus en éléments fertilisants avec un pH acide (entre 5 et 6 en général). Ce sont donc *a priori* d'excellentes terres de culture. Mais leur défaut principal tient à un drainage très défectueux la plupart du temps, malgré la présence en profondeur d'une couche de sable qui, normalement, devrait favoriser le drainage. Mais ces terres sont souvent basses et soumises à des inondations qui s'évacuent mal en raison du manque presque total d'exutoires. Certaines zones sont mêmes totalement inondées pendant tout ou partie de la saison des pluies, ce qui interdit toute culture pérenne et même toute culture annuelle autre que celle du riz. Néanmoins, ce drainage est possible, moyennant certains travaux indispensables, dont l'essentiel consisterait en la création d'exutoires artificiels à travers la vallée.

Introduite vers 1910, la culture du cacaoyer s'est surtout développée à partir de 1920, mais a toujours été de faible importance à Madagascar.

Depuis la guerre, elle est en plein essor et intéresse non seulement les colons européens mais un nombre croissant de planteurs malgaches.

Les variétés cultivées appartiennent aux deux grands groupes des Forastero et des Criollo, mais il existe une foule de types différents, catalogués hybrides, entre les deux types principaux.

Les Forastero, appelés « Tamatave » dans la région à cause de leur origine, sont des arbres assez forts, leur production est dispersée sur le tronc et les branches et même aux extrémités de celles-ci. Les cabosses sont lisses, assez renflées, leur longueur est de 15 cm environ et, à maturité leur couleur est jaune.

Les Criollo, dans le Sambirano, sont des arbres en général plus grêles que les Tamatave, à production plus groupée sur le tronc et les basses branches ; la cabosse est plus effilée, très verruqueuse et fortement côtelée, de même longueur que les Tamatave ; à maturité elle est rouge.

Le semis en place n'est pas utilisé à ma connaissance et on a toujours recours à la pépinière. Celle-ci est faite soit directement sous des arbres d'ombrage, soit dans une ombrière. Les planches sont fumées fréquemment avec les déchets de pulpe de café qui abondent. D'autres fois,

pour faciliter la reprise au moment de la mise en place, on fait le semis dans de petits pots de bambou ou de feuilles de ravenala. Mais dans ce cas on met en place des plants plus jeunes (six mois environ), alors que dans le cas du semis en planches on peut transplanter des plants âgés de quinze à dix-huit mois, mais dont la reprise est un peu plus difficile. Le semis est toujours fait avec des graines bien mûres et fraîches et le pourcentage de levée est élevé à 90-95 %.

L'époque favorable de plantation est novembre, décembre et janvier avant les pluies, et, en mars-avril, après les pluies, on fait les remplacements. Le mois de février est en effet trop pluvieux et les terrains sont fréquemment soumis à des inondations à cette époque.

L'écartement habituel est de 4 m × 4 m, mais dans les nouvelles plantations on plante souvent à 5 m × 5 m.

Lorsque le cacaoyer atteint sa troisième année, on lui applique une taille de formation de manière à éviter la croissance en hauteur et afin de former une fourche de trois ou quatre branches maîtresses, à 1,5 m-2 m du sol. L'arbre est également égourmandé périodiquement. Cette opération est d'ailleurs facile car le cacaoyer gourmande peu. En dehors de ces opérations simples, les soins d'entretien sont réduits à l'élagage des branches mortes et à des sarclages durant les cinq premières années. Ces sarclages sont d'ailleurs pratiqués, non à la pelle mais au coupe-coupe, de façon à laisser le tapis végétal sur le sol de la plantation. Au bout de cinq ou six ans, la plantation est fermée presque complètement et le sol se couvre rapidement d'une abondante couverture de feuilles mortes empêchant ainsi toute végétation adventice de se développer.

La récolte a lieu toute l'année avec deux pointes : l'une à la fin des pluies en avril et l'autre (c'est la principale récolte), en novembre. Les arbres produisent normalement la troisième année après la plantation, mais il faut attendre cinq ans pour avoir une bonne récolte. On cueille les cabosses qui sont transportées près des bacs de fermentation, où elles sont ouvertes au coupe-coupe. Parfois, cependant, l'ouverture se fait sur la plantation elle-même et on transporte alors les graines. Les rendements à l'hectare sont très variables suivant les plantations. En moyenne, ils se situent autour de 500 kg de cacao marchand par hectare, mais les jeunes plantations atteignent près d'une tonne à l'hectare.

La production des arbres a ceci de remarquable qu'elle varie peu d'une année sur l'autre, et, entre six et vingt ans environ la production d'un même arbre demeure relativement constante. Malheureusement dans chaque plantation on rencontre, à côté de pieds portant cent et cent-vingt cabosses annuellement, d'autres plants ne donnant à peu près rien. D'après certains colons, le Criollo serait plus productif que le Tamatave.

La fermentation des graines se fait dans des bacs en bois disposés en marches d'escaliers. Il y a ainsi quatre bacs dans lesquels les graines fraîches sont déposées en commençant par le haut. Les graines séjournent vingt-quatre heures dans chaque bac, sauf parfois dans le dernier, où les Criollo demeurent deux jours, alors que les Tamatave n'y restent qu'une journée. La fermentation dure donc quatre jours pour ces derniers et cinq jours pour les Criollo.

Chez les quelques planteurs malgaches qui cultivent du cacaoyer, la fermentation se fait dans un bac unique posé sur des piquets afin de laisser le liquide s'écouler par les interstices du bois. La masse des graines est brassée plusieurs fois.

Après fermentation, le cacao est lavé dans des bacs. Le brassage est assuré par des bras montés sur un axe horizontal. Le séchage est fait soit sur des aires cimentées, soit sur des plateaux de bois montés sur rails de façon à pouvoir abriter rapidement la récolte en cas de pluies. Le séchage dure cinq à six jours.

Une société de colonisation a expérimenté le séchage à la vapeur. On obtient de cette manière un séchage rapide (quelques heures) et on évite également le risque de pluies sur les aires cimentées. Mais il semble que cette méthode nuise à la qualité du cacao et notamment à son arôme.

Le poids du cacao marchand représente 7 à 8 % du poids des cabosses mûres. Le pourcentage est fixe quelle que soit la variété cultivée.

La production de cacao dans le Sambirano a atteint, en 1952, 350 tonnes, ce qui est faible mais cependant nettement au-dessus de la production habituelle. Cette production a tendance à augmenter et beaucoup de jeunes plantations sont créées, mais pendant plusieurs années la production restera stagnante, les jeunes plantations ne faisant que remplacer les vieilles cultures défaillantes.

Le cacao est exporté presque totalement sur la Métropole par le port de Nossi-Bé.

RÉSUMÉ. — *La production cacaoyère des territoires français d'outre-mer a dépassé, cette dernière campagne,* 120.000 *t. La progression, continue depuis la fin de la guerre, de cette production est due aux cours élevés du cacao et à la création de nouvelles plantations. Les façons d'entretien des plantations n'ont guère été améliorées et la maladie du swollen-shoot est toujours menaçante. Le choix d'un meilleur matériel végétal, l'introduction du bouturage permettent d'espérer une production qui ira en s'accroissant, quoique, en Côte d'Ivoire, la culture du caféier, préférée par les planteurs, fasse une rude concurrence. La qualité du cacao semble être en progrès, principalement au Cameroun, où on a consenti un grand effort pour améliorer cette dernière (prime à la qualité, vente groupée, etc...).*

Des renseignements assez complets sur la culture du cacaoyer sont donnés pour deux territoires, l'Afrique Equatoriale Française et Madagascar, dont la production, encore très faible, est susceptible de s'accroître.

Dans les territoires français d'outre-mer, la culture du cacaoyer est presque en totalité entre les mains des autochtones. Grâce aux apports de numéraires, qu'elle a provoqués, elle a grandement aidé à l'amélioration des conditions de vie des populations de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Cameroun.

SUMMARY. — *In the French Overseas Territories, the last cocoa harvest has yielded over* 120,000 *m. tons. The persistent increase in production observed since the end of the last world war is due to the high quotations attained by this crop and to the establishment of new plantations.*

However, cultural practices have hardly been improved and swollen shoot disease has not been eradicated. But, the selection of better plant material, together with the introduction of vegetative propagation, by means of cuttings may add to the possibility of a continued increment of yields, although in the Ivory Coast, the preference given to coffea growing by the planters, has created a severe competition. It seems that the quality of cocoa is bettering specially in Cameroun where great efforts have been made in order to improve it (quality bonus, community marketing).

Comprehensive information is also given in the following, regards cocoa cultivation in French Equatorial Africa and Madagascar, where production although still low is liable to be incrased. Cocoa cultivation, in French Overseas Territories is practically in the hands of the natives. Cash profits which have ensued have greatly helped to improve the standard of living of Ivory Coast, Togo and Cameroon populations.

RESUMEN. — *La produccion de cacao de la ultima cosecha en los Territorios Frances Ultramarinos pasa* 120.000 *toneladas. El incremento continuo de esta produccion dura desde la fin de la ultima guerra mundial, y, es debido a las altas cotaciones del cacao y al establecimiento de nuevas plantaciones. Las tecnicas culturales no se han, hasta el dia, mejorado mucho y la enfermedad del « swollen shoot » esta todavia amenazadora. Pero se puede esperar, que con el escogimiento de un mejor material vegetal y la introduccion del metodo de propagacion por estacas se mantendra el aumento de la produccion, a pesar de que en la Costa de Marfil prefieren cultivar el café. La calidad del cacao parece mejorarse, particularmente en Camerun abonde han hecho un gran esfuerzo para obtener esta mejora (prima de calidad-ventas comunas, etc...).*

A continuacion, se encuentran datos bastante completos sobre el cultivo del cacao en dos territorios : Africa Ecuatorial Francesa y Madagascar, donde la produccion todavia muy baja tiene la posibilidad de ser aumentada.

En los Territorios Ultramarinos Frances el cultivo del cacao esta casi todo en manos de los agricultores indigenos. Los beneficios asi realizados han ayudado mucho a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones de la Costa de Marfil, de Togo y de Camerun.

LES CONDITIONS CLIMATOLOGIQUES DE LA PRODUCTION CACAOYÈRE DANS NOS TERRITOIRES D'OUTRE-MER

par **G. ALÈGRE**
Ingénieur des Services de l'Agriculture de la France d'outre-mer

EXIGENCES CLIMATIQUES DU CACAOYER

La culture du cacaoyer est, par excellence, une culture tropicale. Tous les pays producteurs, à l'exception de Cuba, se rencontrent entre les 20° de latitude Nord et Sud. Mais, dans ces limites même, il n'est possible de cultiver économiquement le cacaoyer que sous des conditions climatologiques déterminées, dont nous examinerons ci-après les plus importantes.

A. Température

Une température moyenne annuelle comprise entre 24° à 28° C convient parfaitement à la culture du cacaoyer, la moyenne de 27° C étant considérée comme la température idéale. L'arbre peut cependant tolérer un minimum de 18° à 20° C. Mais la coulure des fleurs est à craindre au-dessous de cette limite. Une température élevée est de même préjudiciable : au delà de 32° C, le développement végétatif devient trop intense, au détriment de la fructification.

B. Pluviométrie

Il est admis que le cacaoyer exige un minimum de 1.500 mm de pluie par an. Les précipitations annuelles moyennes des principaux pays producteurs sont supérieures à ce chiffre :

Gold Coast (Tafo)	1.539 mm
Brésil (Bahia)	1.745 mm
Trinité	1.632 mm

Les auteurs ne sont pas entièrement d'accord quant à la meilleure distribution de ces pluies au cours de l'année ; la plupart d'entre eux pensent cependant que la répartition mensuelle des précipitations doit être de préférence uniforme.

Toutefois, deux ou trois mois de sécheresse relative n'excluent pas la culture du cacaoyer, si d'autres facteurs compensent la diminution de la pluviosité : sol profond et relativement riche en humus avec pouvoir retentif en eau suffisant, nébulosité ou brouillard pendant cette période de sécheresse.

A l'Ile de la Trinité, une saison sèche marquée permettant un certain hivernage de la plante est même considérée comme un facteur de réussite.

Au Congo Belge, au contraire, la pratique a démontré qu'une saison sèche trop nettement accentuée occasionnait de grands dégâts. Les données, pour la plantation de Lukolela (district de la Tshuapa), indiquent une forte diminution de production pour l'année, qui suit une saison sèche plus marquée. Ainsi en 1942, la chute de pluies, lors des mois secs de juin et juillet, ne fut que de 19 mm, la production de l'exercice 1942-43 tomba à 50 % de la normale et beaucoup de pieds durent être remplacés.

La comparaison entre la récolte et les précipitations de l'année ne met en lumière aucune relation entre les deux. Par contre, ainsi que le fait remarquer G. Brouhns dans le *Bulletin Agricole*

du Congo Belge (nº 4, 1950), si l'on superpose le graphique d'une récolte à celui des pluies annuelles, non de l'exercice considéré mais de l'année précédente, on peut constater, sinon la concordance parfaite de ces courbes, du moins une analogie suffisante entre elles pour que l'on puisse en déduire une influence certaine des pluies sur les récoltes. Ceci s'explique assez facilement par le fait que les fruits du cacaoyer mettent de cinq à six mois pour atteindre leur développement complet.

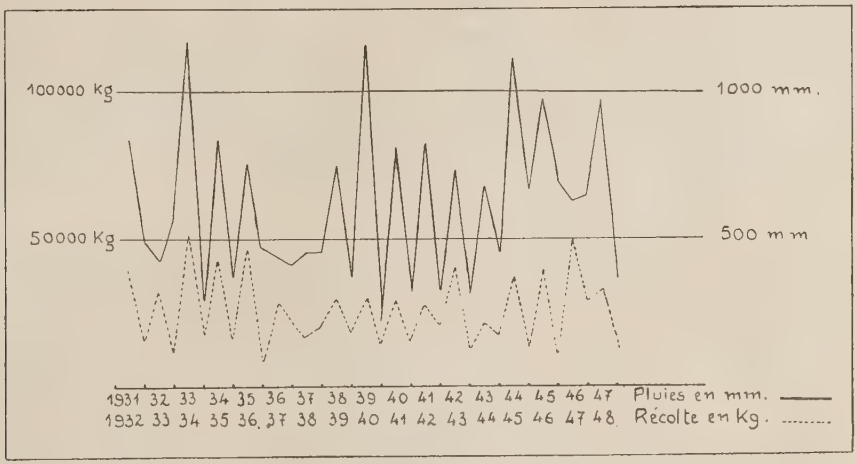


Fig. 1

Si l'on considère séparément, d'une part les deux grandes récoltes constituant la production annuelle, et d'autre part, les deux saisons des pluies, assez distinctes au cours de l'année, et si l'on superpose avec un décalage de six mois les courbes ainsi obtenues, leur concordance devient encore plus nette comme on le voit sur le diagramme suivant (Fig. 1), que nous empruntons à Brouhns.

Le régime des pluies en Gold Coast est considéré par les Anglais comme idéal pour le cacaoyer. Le diagramme ci-contre (Fig. 2) montre la répartition mensuelle des pluies à Tafo (établie sur dix années).

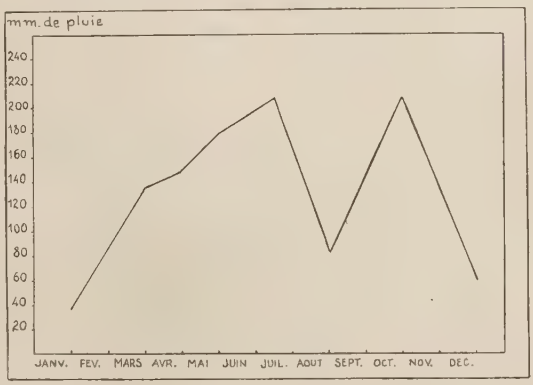


Fig. 2

C. Humidité

Une atmosphère saturée d'eau apparaît comme très propice au développement du cacaoyer. Une sécheresse prononcée de l'air provoquerait la dessiccation du système foliacé et la mort de l'arbre. Le pourcentage optimum d'humidité relative de l'air semble pouvoir se situer aux environs de 85%. L'intensité de la transpiration des feuilles se trouve ainsi réduite, assurant un meilleur équilibre dans le métabolisme de la plante.

Cependant une humidité atmosphérique élevée favorise les maladies, notamment le *Phytophthora*. Ainsi, en Gold Coast où le degré hygroscopique est assez bas (75 %), cette maladie est bien moins fréquente que dans les régions où la moyenne atteint 95 %.

D. Luminosité

Le pourcentage optimum de luminosité n'est pas facile à préciser pour le cacaoyer. Dans certains pays, comme la Grenade, la culture se fait en plein soleil, alors que dans la plupart des autres pays producteurs, l'ombrage est nécessaire. B. Brillant et O. Szeglova ont constaté chez le cacaoyer un accroissement constant de l'assimilation avec l'augmentation de la luminosité jusqu'à 15.000 lux ;

puis, une diminution de cette assimilation fut observée par suite d'éclairements dépassant ce chiffre et atteignant 27.000 lux. Une trop forte luminosité agirait semble-t-il défavorablement sur la photosynthèse, mais une lumière modérée semblerait par contre nettement utile.

E. Vents

Le cacaoyer exige pour prospérer une atmosphère calme, l'arbre n'est en effet pas très résistant au vent. De plus, des vents secs et de longue durée activent d'une façon démesurée l'évaporation de la plante par ses feuilles ; en desséchant le style ils affectent d'autre part la fécondation. Quant aux vents humides ils favorisent la dissémination des maladies cryptogamiques. S'il est donc préférable de ne pas établir de cultures de cacaoyers dans des régions trop exposées aux vents, on peut toutefois neutraliser en partie leur action par l'établissement de brise-vents.

F. Altitude

Le cacaoyer est essentiellement une culture de basse altitude. Au-dessus de 800 m, la fructification diminue, conséquence probable de l'abaissement sensible de la température à pareille altitude.

ÉTUDE DE LA CLIMATOLOGIE DES RÉGIONS DE CULTURE DU CACAOYER DANS LES TERRITOIRES FRANÇAIS D'OUTRE-MER

Le cacaoyer est cultivé dans plusieurs Territoires de l'Union Française : Côte d'Ivoire, Cameroun, Togo, Gabon, Moyen-Congo, Dahomey, Madagascar.

Seuls les quatre premiers territoires cités donnent une production assez importante. Alors que, pour la campagne 1952-53, la Côte d'Ivoire a produit 65.000 tonnes de cacao, le Cameroun 51.000 tonnes, le Togo 5.000 tonnes et le Gabon 2.200 tonnes, Madagascar n'a produit que 350 tonnes et le Moyen-Congo 15 tonnes. Au Dahomey, la production n'est pas commercialisée.

Nous examinerons ci-dessous la climatologie des régions de culture du cacaoyer dans chacun des quatre Territoires producteurs :

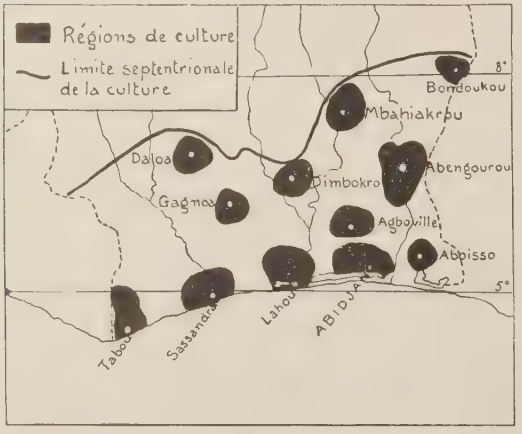


Fig. 3

A. Cote d'Ivoire

Les plantations de cacaoyers occupent en Côte d'Ivoire près de 200.000 ha, réparties à l'intérieur de la zone forestière, entre le cinquième et le huitième parallèle, dans les régions de Tabou, Sassandra, Lahou, Bingerville, Abidjan, Bassam, Daloa, Gagnoa, Tiassalé, Agboville, Dimbokro, Bondoukou, Abengourou.

Ces régions se classent toutes dans le climat équatorial :

Attiéen (Tabou, Sassandra, Lahou, Bingerville, Abidjan, Bassam, Tiassalé, Agboville),

Baouléen (Daloa, Dimbokro, Abengourou, Bondoukou).

L'année peut se diviser dans ces régions en quatre périodes :

Grande saison des pluies	: d'avril à mi-juillet.
Petite saison sèche	: de mi-juillet à mi-septembre.
Petite saison des pluies	: de mi-septembre à mi-décembre.
Grande saison sèche	: de mi-décembre à mi-avril.

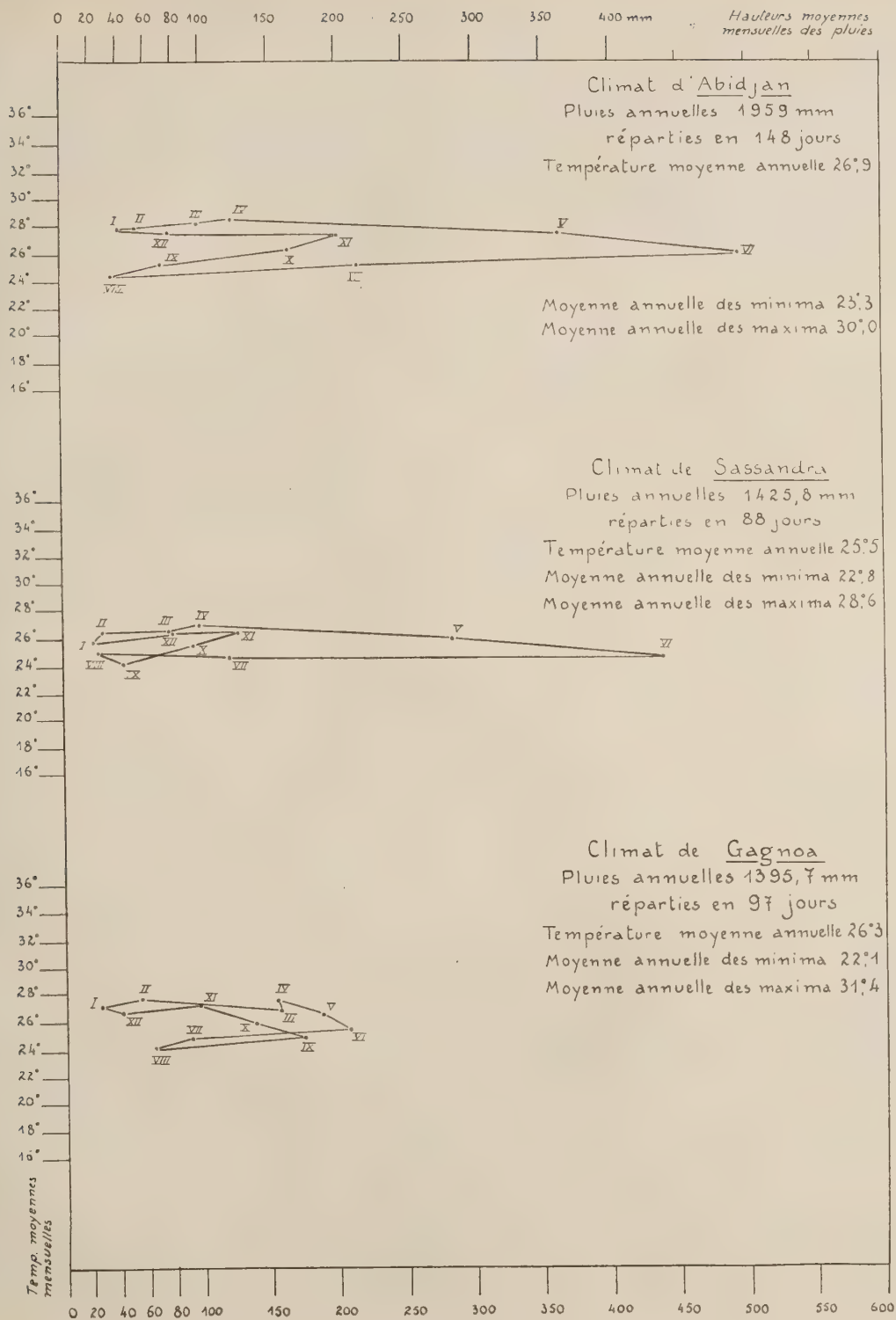

0 20 40 60 80 100 150 200 250 300 350 400 mm
Hauteurs moyennes mensuelles des pluies
Climat d'Abidjan
Pluies annuelles 1959 mm
réparties en 148 jours
Température moyenne annuelle 26°,9
Moyenne annuelle des minima 23°,3
Moyenne annuelle des maxima 30°,0
Climat de Sassandra
Pluies annuelles 1425,8 mm
réparties en 88 jours
Température moyenne annuelle 25°,5
Moyenne annuelle des minima 22°,8
Moyenne annuelle des maxima 28°,6
Climat de Gagnoa
Pluies annuelles 1395,7 mm
réparties en 97 jours
Température moyenne annuelle 26°,3
Moyenne annuelle des minima 22°,1
Moyenne annuelle des maxima 31°,4
Temp. moyennes mensuelles
0 20 40 60 80 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600

FIG. 4

Étude des différents facteurs climatiques des régions éburnéennes de culture du cacaoyer

a) Pluviométrie et température.

Le secteur côtier de la Côte d'Ivoire, à climat équatorial **Attiéen**, montre un indice pluviométrique élevé. Sept à neuf mois de l'année, exceptionnellement dix, y sont très pluvieux. La grande saison sèche dure ordinairement trois mois, sur lesquels un seul mois, celui de décembre ou de janvier, est quelquefois réellement sec. La petite saison sèche s'étend sur un ou deux mois, en août et septembre, sans qu'aucun des deux ne soit vraiment sec. Le climat **Baouléen**, qui borde au Nord les aires soumises au climat précédent, est voisin de celui-ci mais s'en distingue par une saison sèche nettement plus marquée. La partie Sud de ce secteur présente cependant encore un indice pluviométrique moyen

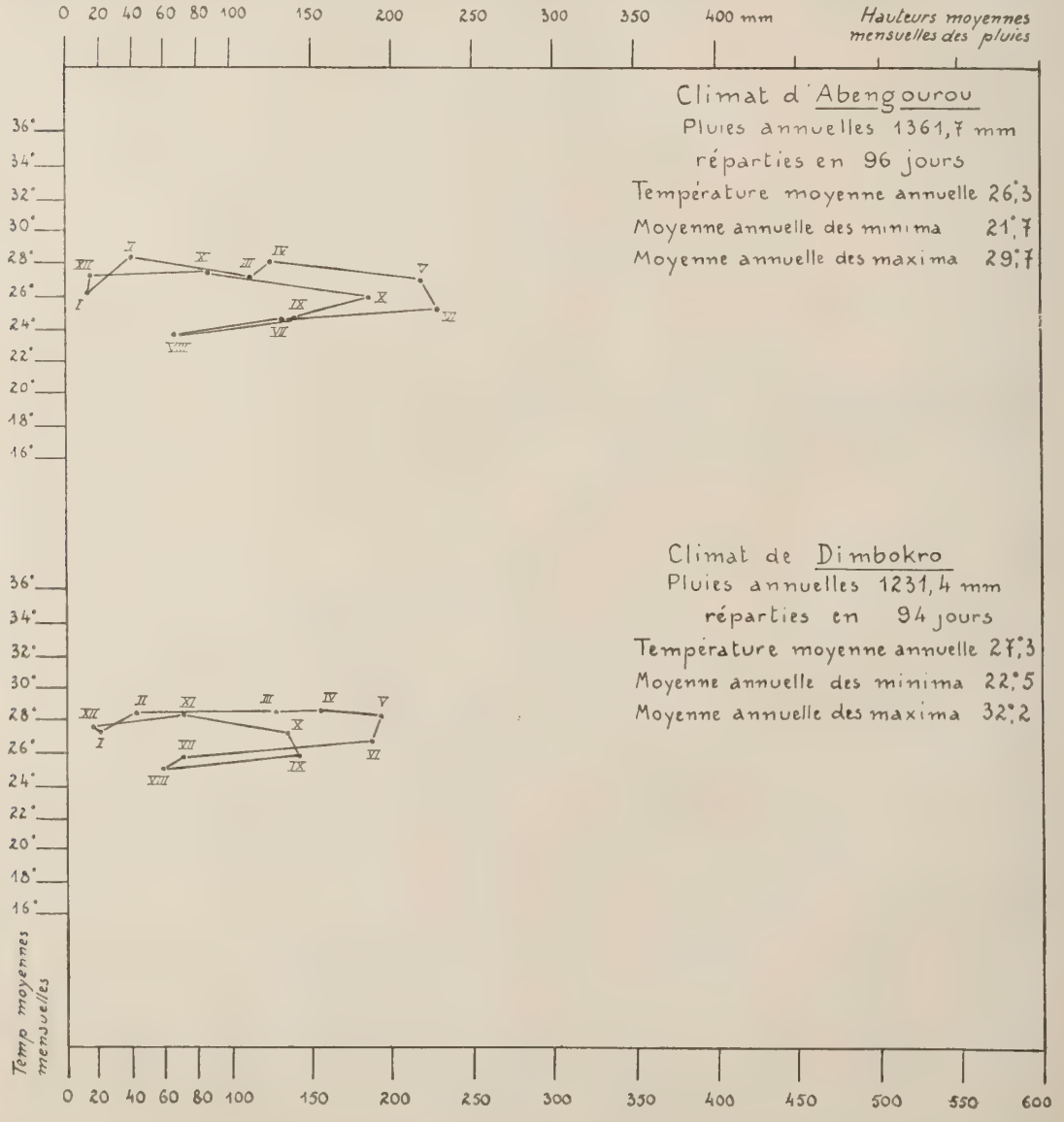


FIG. 5

élevé avec un maximum de précipitation ordinairement en juin, parfois en juillet et un second maximum en septembre ou octobre ; le mois d'août est relativement sec. L'indice pluviométrique moyen du Nord du secteur est beaucoup plus faible, les maxima des précipitations se tenant ordinairement en juin et en septembre-octobre. Six à sept mois sont très pluvieux et répartis en deux saisons inégales, séparées par une petite saison estivale relativement sèche. La grande saison sèche compte ordinairement deux mois secs, parfois trois, exceptionnellement un ou zéro. La présence d'une petite saison sèche comprenant un mois semi-sec est la règle presque générale.

Dans toute cette zone à climat équatorial la petite saison sèche est très variable selon les années et les régions. Le seul fait qui soit réellement constant est le minimum de janvier. Les climogrammes pluvio-thermiques suivants (fig. 4 et 5) donnent une idée de la valeur et de la répartition des chutes d'eau et des températures dans les principales régions de culture du cacaoyer.

b) Humidité atmosphérique.

L'humidité de l'air est fonction de deux facteurs :

1) l'humidité relative ou rapport entre la masse de vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air et la masse de vapeur que pourrait contenir ce même volume s'il était saturé à la même température ;

2) la tension de vapeur, ou pression exercée par la vapeur d'eau contenue dans l'air à une température donnée.

Les graphiques suivants (Fig. nº 6) donnent une idée de la variation de ces deux facteurs (moyenne mensuelle de l'année 1953) :

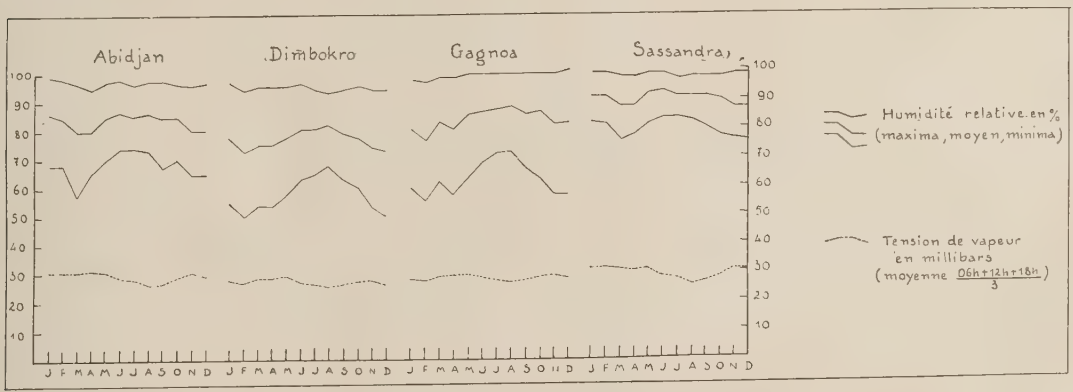


Fig. 6

Le minimum de la moyenne mensuelle de l'humidité relative a lieu entre décembre et mai, sauf dans la région de Tabou, où l'harmattan ne souffle jamais en hiver et qui bénéficie en été d'une petite saison sèche bien nette (minimum en juillet : 80 %). Pour les autres régions du littoral, c'est en janvier-février que se produit ce minimum, provoqué par l'harmattan. Dans l'intérieur, il se produit de plus en plus tard quand on se déplace vers le Nord. Le déficit de saturation peut être coté entre « faible » et « très faible ».

Les variations diurnes et annuelles de l'humidité relative sont représentées pour trois stations sur la Figure 7.

c) Vents.

La répartition des vitesses des vents, exprimée en mètres par seconde, est indiquée au Tableau I pour les principales régions de culture du cacaoyer (année 1953) :

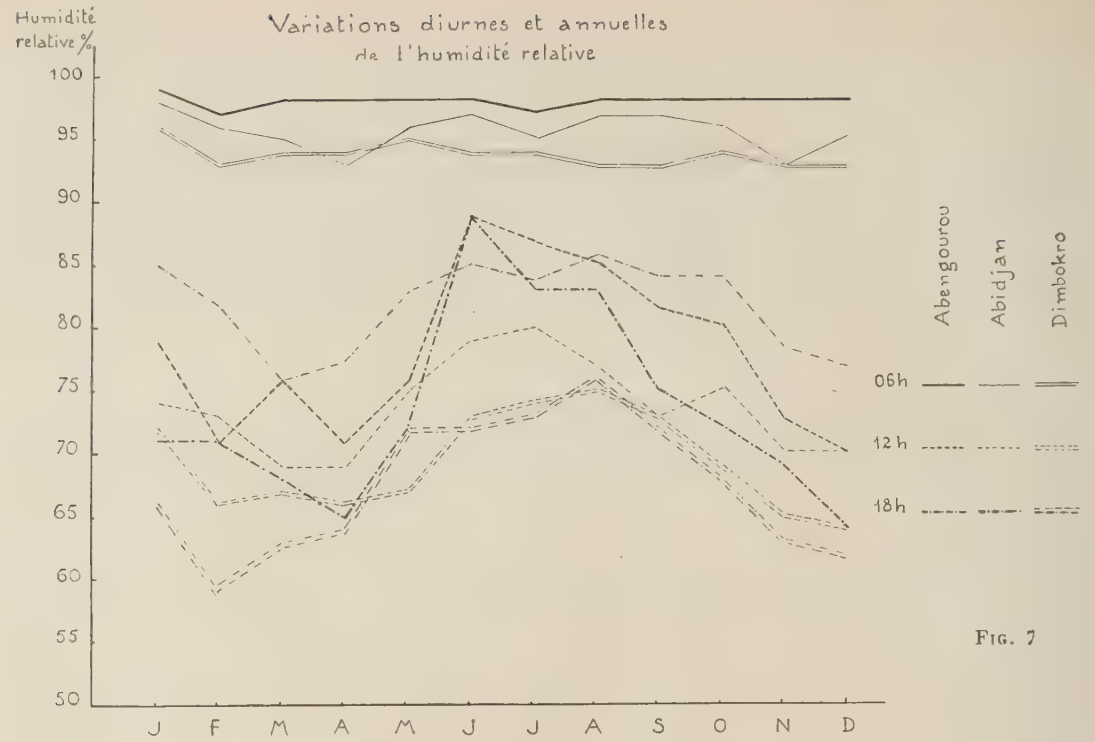


FIG. 7

TABLEAU 1

VITESSE DES VENTS EN MÈTRES PAR SECONDE. NOMBRE DE JOURS

	0 et 1	2 à 4	5 et 6	7 à 14	0 et 1	2 à 4	5 et 6	7 à 14
	ABIDJAN				DIMBOKRO			
Janvier ...	8	22	1		22	9		
Février	7	19	2		15	13		
Mars	6	23	2		23	7	1	
Avril	4	22	4		18	11	1	
Mai	9	16	6		20	10	1	
Juin.....	5	19	6		21	9		
Juillet	6	16	9		18	12	1	
Août	6	10	5		16	14	1	
Septembre .	5	21	4		20	9	1	
Octobre....	6	20	5		21	9	1	
Novembre..	4	24	2		21	9		
Décembre .	9	21	1		20	11		
Total	75	233	47		235	123	7	
	TABOU				SASSANDRA			
Janvier ...	9	18	3	1	6	24	1	
Février	7	17	3	1	4	20	4	
Mars	8	17	3	3	1	27	3	
Avril	8	14	6	2	1	26	1	2
Mai	8	12	6	5	3	22	3	3
Juin.....	6	7	7	10	3	19	4	4
Juillet	1	5	7	18	2	15	7	7
Août	2	9	7	13	6	17	7	1
Septembre .	3	11	8	8	4	18	5	3
Octobre....	6	10	7	8	5	17	7	2
Novembre..	8	14	5	3	2	21	5	2
Décembre .	8	18	3	2	3	25	2	1
Total	74	152	65	74	40	251	49	25

Les vents dominants sont du secteur Sud (S. E. à S. W.). De novembre à février, l'harmattan, vent sec venant de l'intérieur, peut faire souffrir les plantations insuffisamment abritées dans la zone limite Nord.

Ce tableau montre également que la vitesse moyenne annuelle des vents est de l'ordre de 2 à 4 mètres seconde, soit 7 à 15 km-h. Venant du Sud, ces vents sont chargés d'humidité.

d) Nébulosité.

Le Tableau 2 donne la répartition des nébulosités au cours de l'année 1953, exprimées en octas :

TABLEAU 2

Répartition des nébulosités exprimées en octas. Nombre de jours

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Abidjan									Dimbokro								
Janvier	1	2	6	5	3	4	4	4	2	8			1	2	4	2	6	8
Février	1	1	4	4	5	4	1	3	5	5			1	1	3	5	6	7
Mars.....		1	3	5	4	5	2	7	4	4			1	2	3	5	7	9
Avril		1	2	3	4	7	4	5	4	1				3	5	6	8	7
Mai.....				1	3	2	8	11	6				1	2	2	6	9	11
Juin		1	1	2	3	2	2	8	11	1		1	1	1	1	2	8	15
Juillet			1	2	2	1	4	9	12					2	1	2	9	17
Août			1	1	1	1	2	9	16					1	1	1	4	24
Septembre..		1	1	3	2	1	6	7	9			1		3	3	1	7	15
Octobre ...				3	3	3	5	12	5			1	1	1	2	3	10	13
Novembre..			1	4	5	5	6	8	1	4		1	2	2	3	4	7	2
Décembre ..	1	1	4	6	3	4	6	5	1	7		1	1	1	3	8	4	6
Total	3	8	24	39	38	39	50	88	76	30		5	9	21	31	45	85	139
	Tabou									Sassandra								
Janvier	1	1	2	6	4	4	6	5	2		4	3	7	5	5	2	3	2
Février	1	2	4	3	4	3	4	4	3		3	2	5	4	5	2	2	5
Mars.....	2	1	3	4	4	2	4	5	6		1	5	6	3	6	3	3	4
Avril			1	4	4	6	7	3	5		1	4	4	2	5	3	7	4
Mai.....			1	1	1	3	6	8	11			2	2	1	1	6	6	13
Juin	1			2	1	1	4	5	16			1	2	2	3	3	7	12
Juillet			1	1	1	2	3	4	19		2	1	1	1	3	4	9	10
Août					1		3	3	24			1	1		2	3	5	19
Septembre..					1	1	3	9	16			2	2	2	1	4	6	13
Octobre ...				1	4	2	5	9	10			1	4	1	6	4	5	10
Novembre..			1	3	5	4	8	5	4		1	3	2	3	3	5	7	6
Décembre ..	1		1	4	6	4	5	5	5	1	2	1	4	3	1	5	4	10
Total ...	6	4	14	29	36	32	58	65	121	1	14	26	40	27	41	44	64	108

Le ciel, parfois sans nuages en décembre, janvier et février, est ensuite le plus souvent couvert.

Au cours de l'année, la nébulosité à Abidjan est inférieure à 5 durant 93 jours, et supérieure à 5 (ciel plus qu'à moitié couvert à couvert totalement) durant 272 jours. A Dimbokro la nébulosité est inférieure à 5 pendant 55 jours, et supérieure à ce chiffre pendant 310 jours.

e) Insolation.

Le Tableau 3, ci-après, indique pour Abidjan, comparativement avec la moyenne de la durée du jour, la moyenne quotidienne d'insolation, en heures et dixièmes, pendant l'année 1953 :

TABLEAU 3

	Moyenne quotidienne du nombre d'heures		Nombre de jours d'insolation	
	d'insolation observée	du jour	nulle	continue
Janvier	2,6	11,8	7	9
Février	4,8	11,9	3	7
Mars	6,1	12,1		5
Avril	6,6	12,2	2	5
Mai	3,9	12,3	3	2
Juin	2,5	12,4	9	2
Juillet	1,8	12,4	10	
Août	1,7	12,3	6	
Septembre	3,6	12,1		
Octobre	4,3	11,9	2	
Novembre	5,7	11,8		1
Décembre	2,2	11,8	8	1

f) Brouillard. Rosée.

Les brouillards s'observent soit la nuit, soit dans les périodes de vent nul. La rosée est abondante en hiver où l'on note jusqu'à 25 et même 30 jours de rosée par mois.

Le Tableau 4 indique pour les différentes régions de culture le nombre de jours où le brouillard et la rosée ont été observés durant l'année 1953.

TABLEAU 4

NOMBRE DE JOURS

	Brouillard	Rosée	Brouillard	Rosée	Brouillard	Rosée
	ABENGOUROU		ABIDJAN		AGBOVILLE	
Janvier	11	30	13	30	28	
Février	4	20	2	12	12	
Mars	4	31		15	16	
Avril	7	29	4	17	17	
Mai	4	31		10	3	
Juin	5	28	1	8	3	
Juillet		23		9	3	
Août		8		7	1	
Septembre		25	6	12	1	
Octobre	1	26		10	3	1
Novembre	6	26		15	2	6
Décembre	15			20	8	1
Total	57	277	26	165	97	8
	DIMBOKRO		GAGNOA		SASSANDRA	
Janvier	13	17	13	15	8	12
Février	2	2	4	11	11	1
Mars		4	11	20	4	
Avril	3	6	11	14	1	4
Mai	1	4	6	10	3	1
Juin		5	4	14	3	1
Juillet		1	6	19		
Août		1		14	1	
Septembre	1		2	10	2	1
Octobre			5	20	4	1
Novembre	5	2	10	22	10	
Décembre	7	1	20	23	6	1
Total	32	43	92	192	53	22

Conclusion

De l'examen des différents facteurs climatologiques de la Côte d'Ivoire, il ressort que la culture du cacaoyer peut être entreprise avec espoir de rentabilité dans toute la zone de forêt dense, qui couvre près de 11.000.000 d'hectares. L'humidité de l'air ambiant au niveau des cacaoyers étant un facteur primordial de réussite de la culture, les plantations pourront supporter l'inconstance et même l'insuffisance des pluies si l'on parvient à conserver le degré hygrométrique à un niveau assez élevé, grâce à un couvert arbustif. Ceci est particulièrement vrai pour la zone limite Nord, où les chutes de pluies sont faibles ; de plus, dans la même zone, les plantations doivent être orientées ou protégées pour ne pas souffrir de l'harmattan.

B. Togo

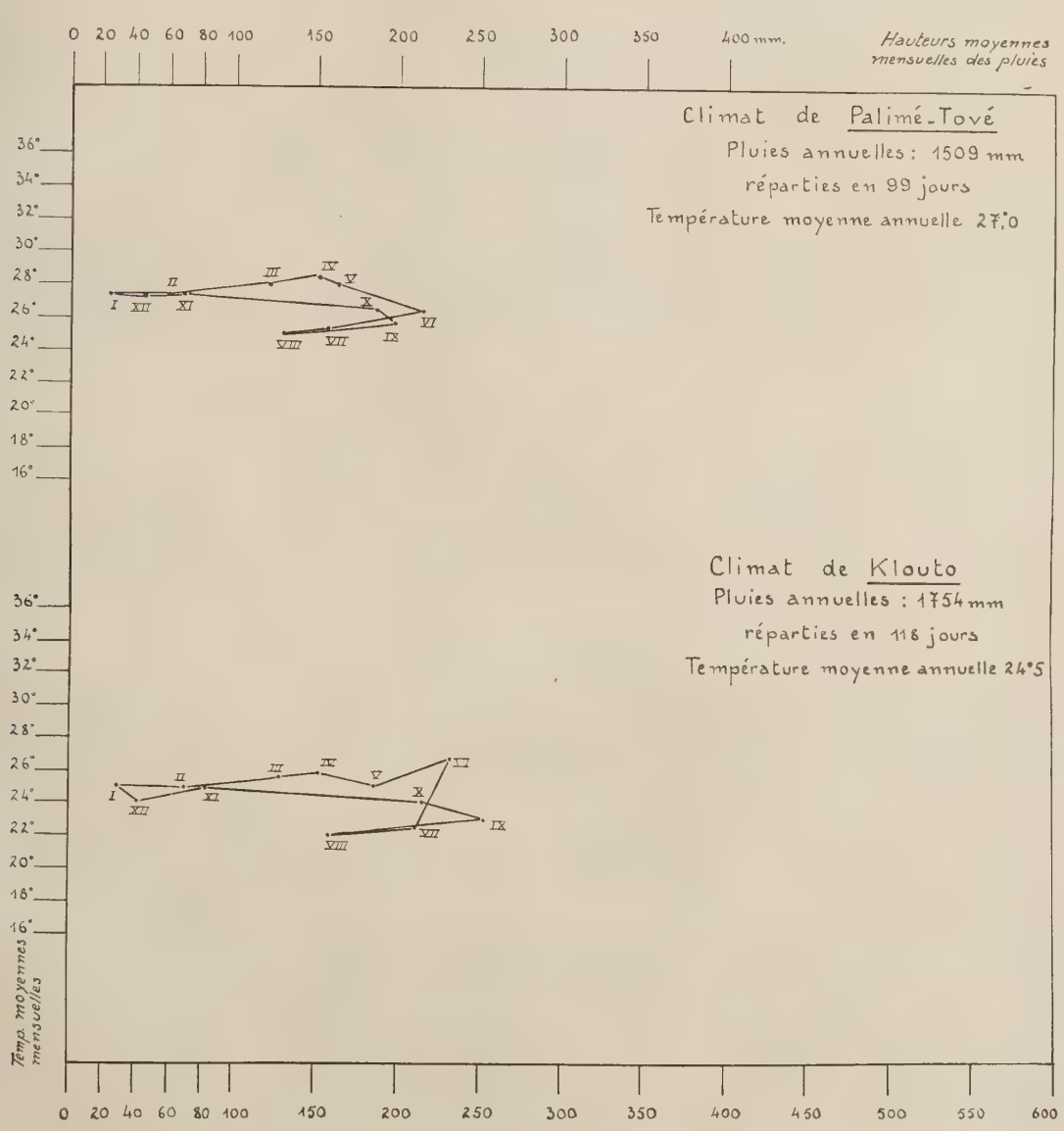


Fig. 8

Les exportations de cacao représentent près de deux cinquièmes des exportations totales du Territoire. La culture du cacaoyer, déjà ancienne au Togo, est localisée dans les zones montagneuses qui bordent la frontière du Togo britannique, dans les cercles de Klouto et d'Atakpamé. Les cacaoyères sont installées dans des fonds de vallées humides, à une altitude de 200 à 500 mètres.

Étude des différents facteurs climatiques des régions togolaises de culture du cacaoyer

a) Pluviométrie. Température.

Les climogrammes suivants (Fig. 8) donnent une idée de la valeur et de la répartition des chutes d'eau et des températures dans les deux principaux centres de culture du cacaoyer.

b) Humidité atmosphérique.

Les graphiques suivants (Fig. 9) donnent une idée de la variation de l'état hygrométrique de l'air et de la tension de vapeur dans les deux principales régions de culture du cacaoyer (année 1953).

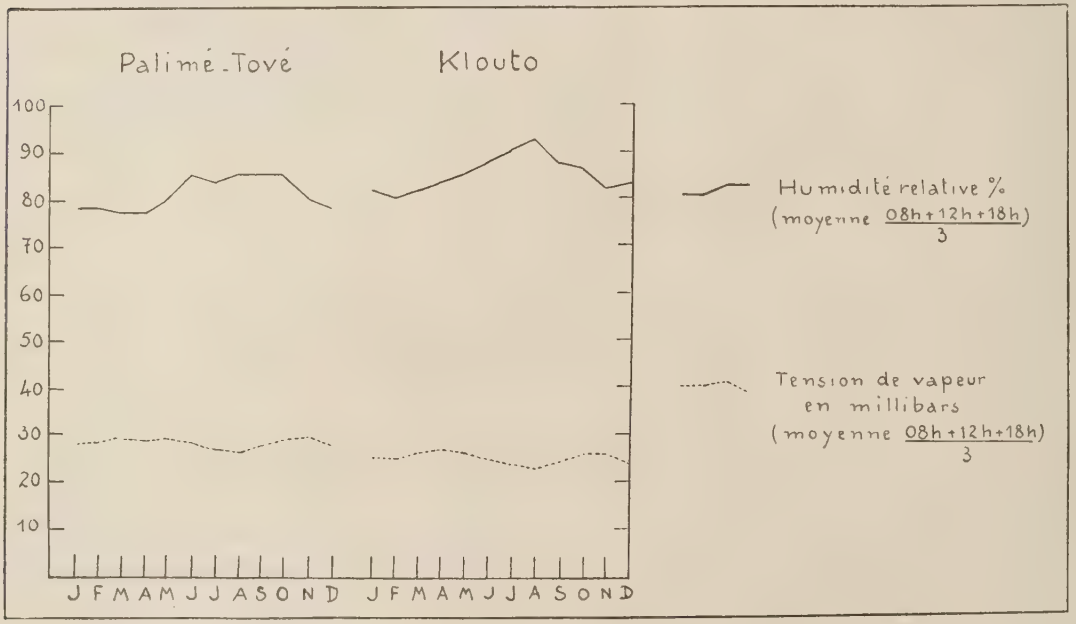


FIG. 9

c) Vents.

La répartition des vitesses, exprimées en mètres par seconde, est la suivante (année 1953) :

	Palimé-Tové			Klouto		
	8 h.	12 h.	18 h.	8 h.	12 h.	18 h.
Janvier	2	3	3	1	1	0
Février	2	3	3	1	2	1
Mars	3	4	4	1	1	1
Avril	2	2	2	1	2	1
Mai	2	2	2	2	2	1
Juin	2	2	1	2	2	1
Juillet	2	2	2	2	2	1
Août	2	2	2	1	1	1
Septembre	2	2	2	2	2	1
Octobre	1	2	2	1	2	1
Novembre	1	2	1	1	2	1
Décembre	2	3	2	1	2	0

Les vents dominants sont du secteur SW. En janvier, l'harmattan fait sentir son action desséchante, surtout dans la région d'Atakpamé.

d) Brouillard.

Le nombre de jours de brouillard (année 1953) est indiqué ci-dessous :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Palimé-Tové	26	21	5	10	5	15	22	19	20	15	4	28	190
Klouto	29	26	21	23	14	30	14	12	19	29	24	29	270

Conclusions

Les régions togolaises dont le climat convient à la culture du cacaoyer sont assez limitées. Les côtes, qui ne reçoivent en moyenne que 800 mm d'eau, sont trop sèches ; bien que situées en zone équatoriale, la saison sèche peut y durer de trois à six mois.

La région Nord du Territoire reçoit en moyenne 1.200 mm et ne connaît qu'une saison des pluies, de juillet à septembre. Dans la région centrale montagneuse, par contre, il pleut en moyenne pendant 150 jours au cours desquels les chutes de pluie s'élèvent à 1.500 mm. C'est donc uniquement dans cette zone montagneuse que le cacaoyer trouvera des conditions d'existence favorables, particulièrement dans les régions situées au Sud-Ouest (cercles d'Atakpamé et de Klouto), où les vallées encaissées conservent une humidité constante à l'abri des vents.

C. Cameroun

La zone cacaoyère d'élection est le Centre-Sud du territoire : régions du Nyong, de la Sanaga et du N'Tem, qui ont produit à elles seules, en 1950, 31.268 tonnes de cacao, soit plus de 82 % du cacao commercialisé. Autour de cette zone, les régions du Haut-Nyong, Mbam, Mungo, Kribi, ont produit 6.432 tonnes, soit 16 %. Le reste du territoire ne fournit que 2 % du tonnage total.

Le Cameroun peut se diviser, d'après Ph. Picq, en trois grandes régions climatiques.

a) Régions à climat camerounéen.

Ce climat, caractérisé par un régime subéquatorial à allure tropicale, intéresse la côte, le littoral, et la chaîne montagneuse de l'Ouest. Il est très humide avec de faibles variations de température. Nous pouvons subdiviser ce climat en trois parties selon les zones qu'il couvre :

1) La région côtière à climat camerounéen s'étend de Campo, au pied du Mont-Cameroun et englobe les localités de Kribi et de Douala. Les pluies y sont très abondantes (il tombe jusqu'à 5 m d'eau annuellement en certains points de la côte), et les variations thermiques ont de faibles amplitudes (moyennes des minima : 22 à 24° C, moyennes des maxima 30 à 33° C). L'humidité relative est toujours élevée : la moyenne annuelle est de 88 % à Douala, avec 97 % de moyenne des maxima et 68 % de moyenne des minima.

C'est dans cette région, dont le climat convient parfaitement à sa culture, que le cacaoyer fut introduit au Cameroun il y a une soixantaine d'années. Malheureusement l'extension des cacaoyères y est limitée par la pauvreté des sols.

2) La région du littoral et l'arrière pays à climat camerounéen englobe les localités d'Eseka, d'Edea, de Yabassi. Cette région a les mêmes caractéristiques climatiques que la précédente, les chiffres étant cependant relativement plus faibles. La climatologie de cette zone répond bien aux exigences du cacaoyer.

3) La région montagneuse de l'Ouest, à climat camerounéen d'altitude est jalonnée par les localités de N'Kongsamba, de Dschang et de Bafoussam. Le cacaoyer s'accommode encore des conditions écologiques du Sud de cette région (N'Kongsamba) mais, dans la partie Nord, la température trop basse due à l'altitude est un obstacle à sa culture.

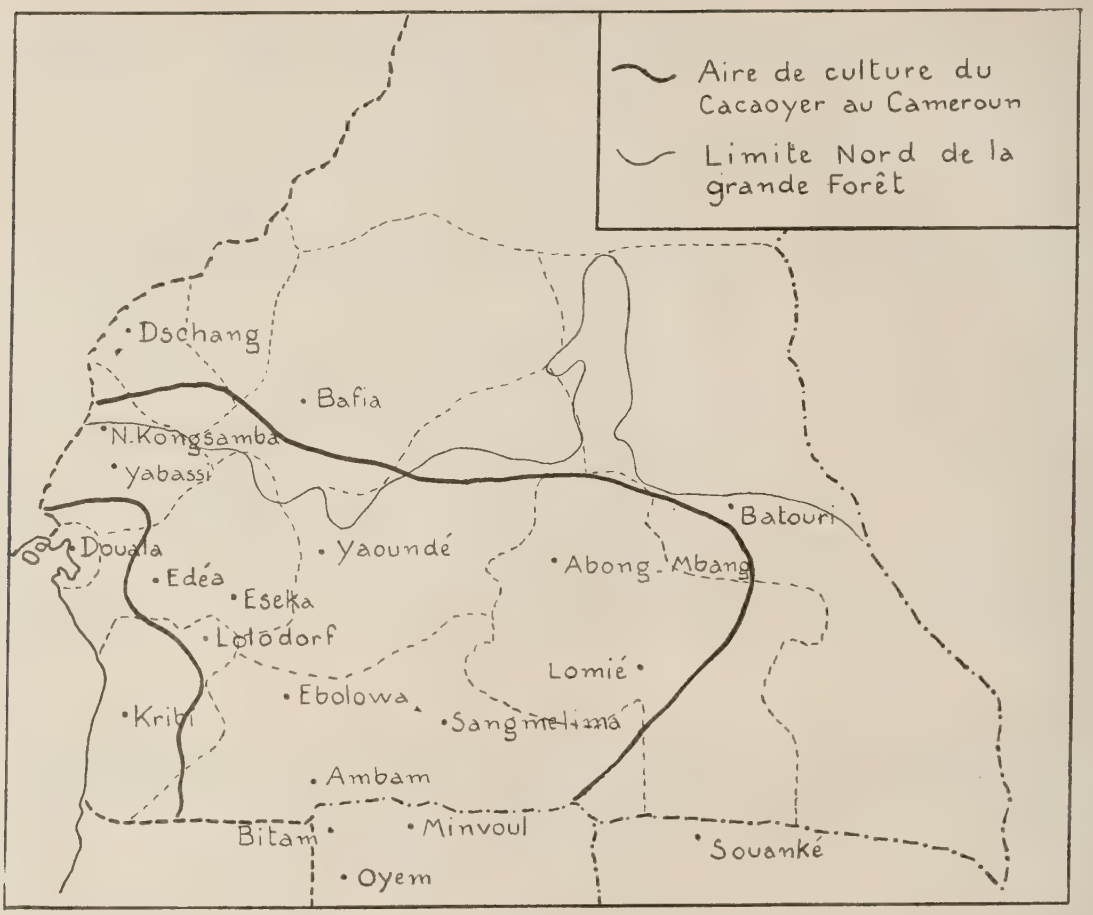


FIG. 10

b) Régions à climat sub-tropical.

Ces régions situées à l'Est des régions à climat camerounéen, peuvent se subdiviser en trois :

1) Région forestière du Sud, avec, comme centres, les localités de Mouloundou, Sangmélima, Ambam, Ebolowa, Lolodorf, Abong-Mbang, Lomié.

C'est la grande région de culture du cacaoyer.

2) Région de la savane du Centre, avec Nanga-Eboko, Bertoua, Batouri et Bétaré-Oya.

3) Région des Hauts-Plateaux de l'Adamaoua, avec Foumbam, Banyo, Tibati, N'Gaoundéré et Meiganga.

Ces deux dernières régions sont situées en dehors de la zone de culture du cacaoyer. Bien que les hauteurs d'eau annuelles puissent convenir à la plante (Batouri : 1.708,9 mm d'eau ; N'Gaoundéré : 1.588,1), les températures et l'humidité sont des facteurs limitants. Les extrêmes absolus sont de 37°2 et 10°9 à Batouré et de 35° et 9°5 à N'Gaoundéré. L'humidité relative moyenne qui se maintient vers le milieu du jour entre 70 et 80 % dans la région forestière, s'abaisse à 60 % dans la savane, pour ne pas dépasser 50 % sur les Hauts-Plateaux. Elle varie à N'Gaoundéré de 35 % en février-mars, à 85 % en juillet.

c) Régions steppiques du Nord.

Dans ces régions aucune des conditions écologiques exigées par le cacaoyer n'est remplie.

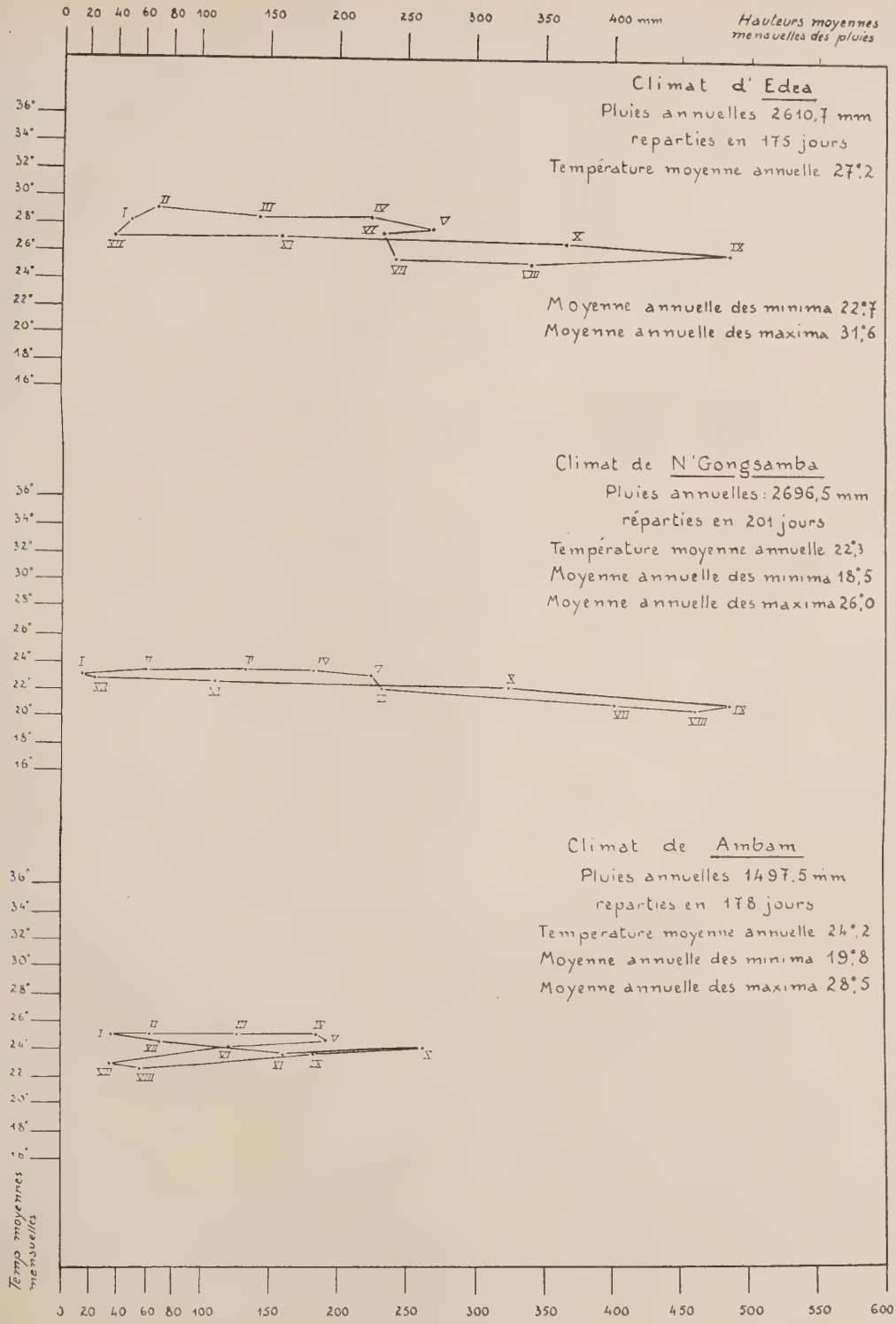

0 20 40 60 80 100 150 200 250 300 350 400 mm
Hauteurs moyennes mensuelles des pluies
Climat d' Edea
Pluies annuelles 2610,7 mm
reparties en 175 jours
Température moyenne annuelle 27°,2
Moyenne annuelle des minima 22°,7
Moyenne annuelle des maxima 31°,6
Climat de N'Gongsamba
Pluies annuelles : 2696,5 mm
réparties en 201 jours
Température moyenne annuelle 22°,3
Moyenne annuelle des minima 18°,5
Moyenne annuelle des maxima 26°,0
Climat de Ambam
Pluies annuelles 1497.5 mm
reparties en 178 jours
Temperature moyenne annuelle 24°.2
Moyenne annuelle des minima 19°.8
Moyenne annuelle des maxima 28°.5
Temp moyennes mensuelles
0 20 40 60 80 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600

FIG. 11

Etude des différents facteurs climatiques des régions camerounaises de culture du cacaoyer

a) Pluies. Température.

Les climogrammes suivants (fig. 11 et 12) indiquent les variations locales des hauteurs d'eau et des températures dans les principales régions de culture du cacaoyer.

Ces graphiques montrent que l'amplitude thermique est, comme en Basse Côte d'Ivoire, très faible. Le maximum de température se manifeste en février-mars, le minimum en juillet-août. Dans les régions d'altitude (Yaoundé : 760 mètres), la température moyenne est nettement inférieure à celle des régions basses du type de Douala. Alors que dans les régions côtière et du littoral à climat

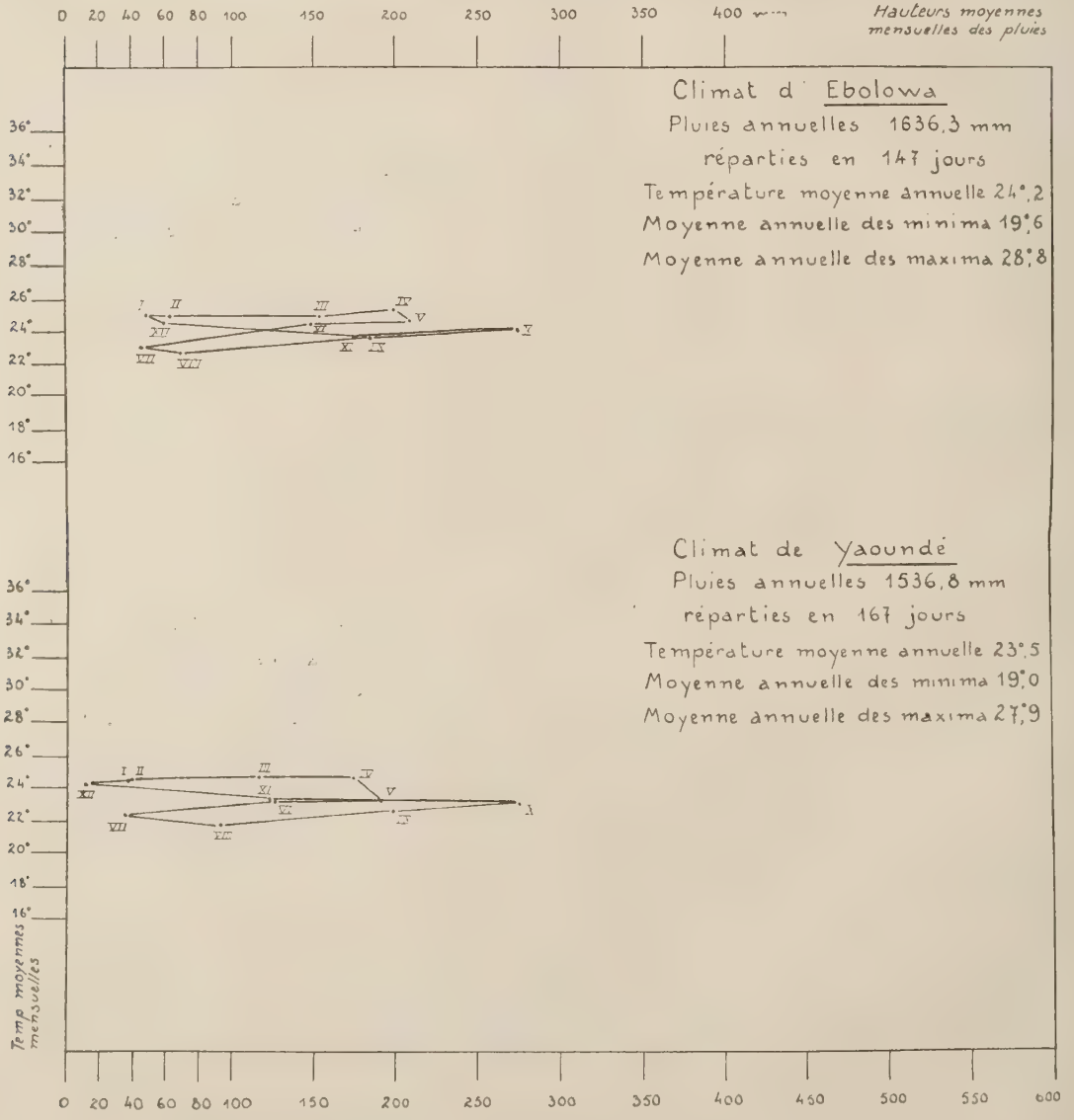


FIG. 12

camerounéen et dans les zones de moyenne altitude (inférieure à 500 m), la température moyenne annuelle oscille entre 25° C et 29° C, avec une moyenne mensuelle des minima de 22°5 à 24°0 et une moyenne mensuelle des maxima entre 27°0 et 32°; dans les régions forestières du Sud, comprises en général entre 500 et 850 m d'altitude, les chiffres sont les suivants : température moyenne annuelle, 22°2-25°2, moyenne mensuelle des minima 19°-21°, moyenne mensuelle des maxima 25°-29°.

L'indice pluviométrique est très élevé ou même considérable : 2.200 mm à 4.200 mm dans les régions côtières et du littoral. L'indice moyen est de 3 m environ. Il y a ordinairement neuf mois pluvieux, parfois dix, onze ou douze, exceptionnemment huit. Une saison relativement sèche de décembre à mars, rarement avec un mois réellement sec. Aucune petite saison sèche mais parfois un minimum des pluies écologiquement insensible en juillet-août.

Dans les régions forestières du Sud, l'indice pluviométrique varie de 1.500 à 1.750 mm. La saison sèche, qui s'étend en général de décembre à février, compte seulement un ou deux mois secs et parfois aucun. La saison sèche relative de juillet-août est toujours nettement accusée, mais sans mois véritablement sec.

b) Humidité atmosphérique.

Les graphiques suivants (Fig. 13) donnent les degrés d'humidité relative et la tension de vapeur d'eau relevés dans les principales régions de culture du cacaoyer (année 1952).

Le déficit de saturation moyen annuel est très faible, 2,9 mm à Kribi, 1,8 mm à N'Kongsamba.

c) Vents.

La vitesse moyenne et maxima des vents exprimée en mètres-seconde, dans quelques régions de culture du cacaoyer, est pour 1952, portée sur le Tableau 5.

TABLEAU 5

VITESSE DES VENTS EN MÈTRES PAR SECONDE

	Vitesse moyenne			Vitesse maxima	Vitesse moyenne			Vitesse maxima
	6 h.	12 h.	18 h.		6 h.	12 h.	18 h.	
	KRIBI				AMBAM			
Janvier ...	0	2	3	5	0	2	0	20
Février	0	2	3	6	0	0	0	5
Mars	0	2	0	4	0	2	3	16
Avril	0	0	0	6	0	3	0	23
Mai	0	0	0	5	0	0	0	3
Juin.....	0	3	3	4	0	0	0	3
Juillet	2	2	3	5	0	2	0	3
Août	2	2	2	4	0	2	2	8
Septembre .	0	2	3	5	0	0	0	3
Octobre....	0	2	3	4	0	0	0	10
Novembre..	0	3	2	5	0	0	0	15
Décembre .	0	2	2	6	0	0	0	20
	EBOLOWA				YAOUNDÉ			
Janvier ...	0	2	3	4	0	0	2	6
Février	0	0	0	6	0	0	0	10
Mars	0	2	0	8	0	3	3	19
Avril	0	0	0	10	0	3	0	19
Mai	0	2	3	8	0	0	2	43
Juin.....	0	3	0	4	0	2	0	21
Juillet	0	0	2	3	2	4	3	10
Août	0	0	0	2	3	4	3	13
Septembre .	0	2	3	4	3	3	4	15
Octobre....	0	2	0	4	0	0	3	25
Novembre..	0	0	0	4	0	0	0	25
Décembre .	0	0	2	3	0	0	2	11

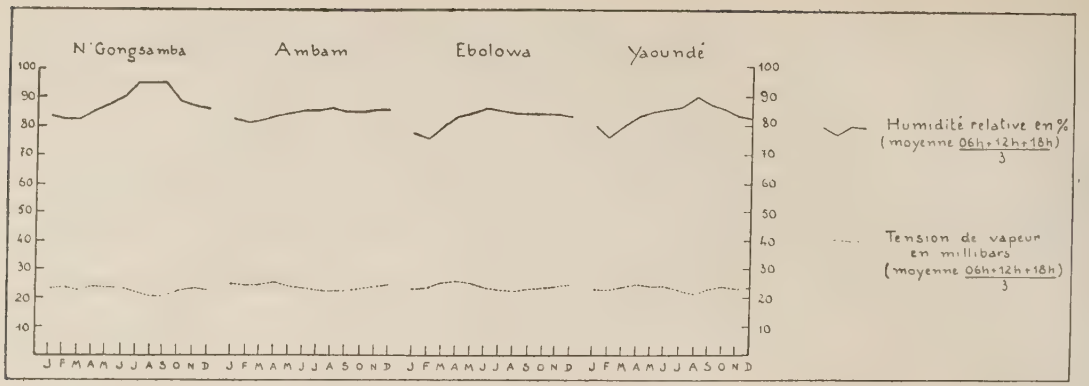


FIG. 13

d) Nébulosité.

Le tableau 6 indique la nébulosité durant l'année 1952 des différentes régions de culture cacaoyère du Cameroun. De janvier à mai, sont comptés comme nombre de jours de ciel couvert le nombre de jours pendant lesquels la nébulosité totale a été de 6 à 8 octas au moins à une observation principale, et, comme nombre de jours de ciel clair, le nombre de jours pendant lesquels la nébulosité totale a été de 0 à 2 octas au moins à une observation principale. A partir de juin, on a porté comme jours de ciel couvert, ceux pendant lesquels la nébulosité totale a été de 6 à 8 octas aux trois observations principales (6 h., 12 h., et 18 h. G. M. T.), et comme jours de ciel clair, ceux pendant lesquels la nébulosité totale a été de 0 à 2 octas aux trois observations principales.

TABLEAU 6

	Kribi		N'Kongsamba		Ambam		Ebolowa		Yaoundé	
	Ciel clair	Ciel couvert	Ciel clair	Ciel couvert	Ciel clair	Ciel couvert	Ciel clair	Ciel couvert	Ciel clair	Ciel couvert
Janvier ..	4	31	0	31	16	31	8	30	13	23
Février...	3	29	0	28	11	28	5	29	16	20
Mars	1	31	0	31	5	30	2	31	4	29
Avril	6	30	0	30	8	30	1	30	2	30
Mai.....	3	31	0	31	10	31	4	31	6	31
Juin	0	23	0	24	0	17	0	22	0	20
Juillet ...	0	29	0	30	0	22	0	19	0	23
Août.....	0	30	0	31	0	26	0	28	0	26
Septembre	0	26	0	30	0	15	0	22	0	25
Octobre .	0	24	0	29	0	23	0	21	0	21
Novembre	0	17	0	26	0	15	0	21	0	13
Décembre	2	5	0	28	0	12	0	19	0	14

e) Insolation.

En raison de la forte nébulosité, la durée d'insolation est relativement faible. Ainsi, à Douala, où la durée du jour varie entre 11 h. 46 et 12 h. 14, la durée d'insolation moyenne journalière annuelle est seulement de 2 h. 63.

Le tableau suivant indique d'ailleurs les moyennes mensuelles d'insolation (en heures) à Douala et à Yaoundé en 1952.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Douala	51	72	99	108	117	83	33	42	58	106	106	84	959
Yaoundé	165	185	151	147	168	117	96	76	94	113	140	151	1.603

f) Brouillard.

Le nombre de jours de brouillard pour les diverses stations est indiqué dans le tableau suivant pour chaque mois de l'année 1952 :

	Kribi	Edéa	Nkongsamba	Ambam	Ebolowa	Yaoundé
Janvier	0	2	5	3	7	9
Février	0	4	2	6	10	2
Mars	1	0	4	8	9	5
Avril	0	1	13	13	18	6
Mai	0	2	10	11	10	13
Juin	0	3	12	6	5	8
Juillet	0	0	26	0	2	5
Août	0	3	28	0	3	1
Septembre	0	1	23	2	5	4
Octobre	0	2	18	9	6	12
Novembre	0	0	14	4	10	11
Décembre	0	1	6	4	5	4
Total	1	19	161	66	90	80

Conclusions

Les régions de la côte et du littoral camerounéen ainsi que les régions forestières du Sud répondent bien aux exigences climatiques du cacaoyer. Comme en Basse Côte d'Ivoire, le climat de ces régions est caractérisé par une très grande uniformité de la température et de l'humidité atmosphérique. La pluviométrie est élevée, la température moyenne annuelle est comprise entre 24°5 et 27° à basse et moyenne altitude.

Lorsque l'altitude atteint 500-600 m, certains mois deviennent assez frais (Yaoundé, N'Kongsamba), la moyenne de leur température pouvant descendre à 21-22° C. ; le cacaoyer s'accomode cependant encore bien de telles températures.

Dans beaucoup de régions camerounaises le facteur qui limite l'extension des plantations est la pénurie de main-d'œuvre.

D. Gabon. Moyen-Congo

Le cacaoyer est cultivé au Gabon dans la région du Woleu-N'Tem, principalement dans les districts de Minvoul, Bitam, Oyem. Cette culture déborde légèrement dans la région de l'Ogooué-Ivindo. Des vieilles plantations existent toujours dans l'Estuaire et l'Ogooué maritime, mais disparaissent peu à peu par manque d'entretien.

Au Moyen-Congo, les cultures se trouvent dans le district de Souanké qui borde d'une part le Cameroun et d'autre part le Gabon.

Toutes ces régions de culture du cacaoyer, aussi bien au Gabon (Minvoul, Bitam, Oyem), qu'au Moyen-Congo (région de Souanké) ont un climat comparable à celui des régions forestières du Sud-Cameroun (Ambam, Ebolowa, Sangmélima, Lomié).

RÉSUMÉ. — *La climatologie des zones forestières de Côte d'Ivoire, du Togo, du Cameroun et du Gabon se rapproche des conditions exigées par le cacaoyer pour prospérer. Une moyenne annuelle élevée des températures (de 23°5 à Yaoundé à 27°3 à Dimbokro) et des variations thermiques journalières et mensuelles peu importantes conviennent à la plante. Les précipitations, parfois faibles dans certaines régions, notamment en côte d'Ivoire (hauteur d'eau annuelle à Abengourou : 1.360 mm ; à Dimbokro . 1.230 mm) sont compensées toutefois : par la bonne répartition des pluies au cours de l'année, ainsi que par l'état hygrométrique élevé de l'air (plus de 80 % en moyenne), par la forte nébulosité et par la fréquence des brouillards. Pour augmenter encore et surtout pour maintenir constant le degré hygrométrique de l'air, des arbres d'ombrage à port étalé doivent être conservés dans les cacaoyères. On crée ainsi un micro-climat favorable à la plante. A mesure que l'on se rapproche des limites de la zone du cacaoyer, le climat devient relativement plus sec, et le nombre des arbres d'ombrages conservés doit être plus important.*

Dans les régions où les cacaoyers risquent de souffrir de l'harmattan, les plantations doivent être créées en tenant compte de l'orientation et en établissant des abris coupe-vent.

A l'intérieur de la zone forestière des territoires précités, favorable au point de vue climat à la culture du cacaoyer, l'extension de celle-ci est subordonnée à deux facteurs : le sol et la démographie.

SUMMARY. — *The climatology of forest areas in the Ivory Coast, Togo, French Cameroon and Gaboon approaches to the conditions required by the cocoa tree to thrive.*

The existing mean annual high temperatures (from 23°5 C at Yaoundé to 27°3 C at Dimbokro) and the low daily and monthly thermic variations agree to this plant. The annual rainfall, sometimes low in certain areas, specially in the Ivory Coast (annual rainfall in Abengourou 1,360 mm and 1.230 mm in Dimbokro) is compensated by : a favorable distribution of precipitations throughout the year, a high degree of saturation of the air (mean, above 80 %), a heavy mist and frequent fogs. In order to increase and above all to maintain a constant degree of saturation of the air, shade trees with wide spreading foliage should be left in the cocoa plantations. A micro-climate appropriate to the plant is thus established. As the limits of the cocoa growing zone are being attained, climate becomes comparatively drier and the number of shade trees should in consequence be higher.

In parts of this zone where cocoa may suffer from harmattan, the trees should be planted according to the direction of this wind and windbreaks set up.

Within the forest zone, where cocoa trees may thrive and the above mentioned plantations lay, the establishment of plantations on newly cleared grounds is dependent from two factors : soil and demography.

RESUMEN. — *La climatologia de las zonas forestales de la Costa de Marfil, de Togo, de Camerun y de Gabun se acerca de las condiciones exigidas para el cultivo exitoso del cacao.*

La alta media anual de las temperaturas (de 23°5 C en Yaounde a 27°3 C en Dimbokro) y las pequenas variaciones diarias y mensuales son propicias a esta planta. Las precipitaciones, a veces bajas en ciertas regiones, y especialmente en la Costa de Marfil (lluvias anuales de 1.360 mm en Abengourouy de 1.230 mm en Dimbokro) tienen todavia compensacion en lo que : las lluvias son bien repartidas durante todo el ano ; el estado higrometrico del aire es alto (media superando el 80 %) ; la nebulosidad es fuerta y las nieblas son frecuentas. Para incrementar todavia, y sobre todo para mantener constante el grado higrometrico del aire, se deben conservar en las plantaciones de cacao las especies dando mucha sombra. De tal manera, se establece un micro clima favorable a la planta. A medida que se acercan las limites de la zona propicia al cacao, el clima empieza a ser comparativamente mas seco, y por eso conviene mantener una cantidad mas importante de especies de sombra.

En areas adonde el cacao puede sufrir del harmattan, las plantaciones deben ser establecidas en teniendo cuenta de la orientacion y edificadas cortinas rompeviento.

En la zona forestal favorable al crecimiento del cacao, el incremento de ese cultivo es dependiente de dos factores : suelo y demografia.

BIBLIOGRAPHIE

Aubréville (A.). — Climats, Forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Société d'éditions géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris, 1949.

Brouhns (G.). — Quelques considérations sur la culture du cacaoyer au Congo Belge. *Bulletin agricole du Congo Belge*, vol. XLI, nº 4, 1950.

Dadaille Bertin. — *Bulletin agricole*, Port-au-Prince, Haïti, nº 9, 1951.

Picq (Ph.). — Météorologie. Cameroun-Togo. Encyclopédie de l'Afrique française, Paris, 1951.

Poncin (L.). — Le cacaoyer à Tafo (Gold Coast). *Bulletin agricole du Congo belge*, vol. XLI, nº 3, 1950.

Ringoet (A.). — Note sur la culture du cacaoyer et son avenir au Congo Belge, Publication de l'I. N. E. A. C., série technique nº 28, 1944, 82 pages.

RENAULT
OUTRE-MER

En terre lourde : Equipe du Rotapède et d'une charrue 4 disques, le tracteur Renault travaille à 25 cm de profondeur au moins

La semi-chenille amovible Rotapède, réalisant l'adhérence totale de votre **TRACTEUR RENAULT** lui permet de travailler dans des conditions où, bien souvent, même le tracteur à chenilles échoue :

- **Terrains difficiles** (sables, marais, pentes...
- **Travaux exigeant un grand effort de traction ou de poussée** (dessouchements, débardages, sous-solages, labours profonds, travaux publics...) ;
- **Emploi d'outils à grand rendement** (charrues balances, polysocs, ou à disques multiples

OBSERVATIONS SUR QUELQUES CARACTÈRES DES SOLS DE CACAOYÈRES EN CÔTE D'IVOIRE

par

G. AUBERT
Office de la Recherche scientifique et technique outre mer

H. MOULINIER
Office de la Recherche scientifique et technique outre mer

Au cours des années 1947 à 1949, diverses prospections pédologiques ont été entreprises en Côte d'Ivoire, à la demande de l'Inspection Générale de l'Agriculture en A. O. F. et de la Direction du Service de l'Agriculture en Côte d'Ivoire, en vue d'étudier les sols des cacaoyères de ce pays. De très nombreux profils de sols ont été étudiés sur place dans des cacaoyères en divers états de vigueur. Certaines plantations étaient attaquées par le swollen-shoot ; d'autres étaient parfaitement indemnes ; d'autres, attaquées, paraissaient résister à l'envahissement de la maladie ou de ses effets.

Parmi les échantillons prélevés, près d'un millier, correspondant à environ quatre vingt dix pros fils ont été, au moins partiellement, analysés. Les moyens, dont disposaient alors le Centre de Rechercheé Agronomiques de Bingerville et l'Institut d'Enseignement et de Recherches Tropicales d'Adiopodoumprès d'Abidjan, tant en matériel qu'en personnel, n'ont pas permis de pousser plus avant les déterminations analytiques. Des observations de terrain et des résultats analytiques, nous avons cherché à dégager quelques conclusions sur les exigences édaphiques du cacaoyer en Côte d'Ivoire.

Il ne peut s'agir là que d'un dégrossissage du problème, du fait même de la méthode de travail utilisée et de l'imprécision de certains renseignements, tels que ceux concernant les rendements des arbres. Son étude doit être reprise en station expérimentale et dans les plantations, patiemment suivies quant à leur développement et à leur rendement pendant plusieurs années. L'un de nous (H. M.) *s'y consacre.*

Cependant les renseignements déjà obtenus viennent compléter et, dans certains cas, préciser les conclusions auxquelles sont arrivés d'autres chercheurs pédologues et agronomes, tels que le Chanoine Baeyens, G. Brouhns, J. Croegaert, J. Livens, C. F. Charter, *dans les pays voisins ou très proches du Congo Belge* (1) *et de Gold Coast* (2), *et tels que* F. Hardy (3) *dans les zones plus éloignées, et qui avaient été, précédemment, au moins partiellement indiquées par* Y. Henry (4).

Outre les deux signataires de ces lignes, plusieurs pédologues ont participé à ces prospections et à ces études, en particulier : J. M. Brugière et A. Laplante, *mais aussi* P. Segalen *et* M. Schmid. *Nous avons été très aidés, lors de toutes ces tournées, par les Ingénieurs de l'Agriculture et les Conducteurs de Travaux agricoles des régions étudiées. Ils ont grandement facilité notre tâche et nous leur gardons une profonde reconnaissance. Notre gratitude doit aussi s'exprimer vis-à-vis des administrateurs, commandants de Cercles et de Subdivisions, qui nous ont accueillis avec beaucoup d'hospitalité et nous ont très souvent communiqué des renseignements fort utiles.*

DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA ZONE CACAOYÈRE DE COTE D'IVOIRE

La Basse Côte d'Ivoire, région forestière, convient parfaitement, du point de vue écologique, à la culture du cacaoyer. Les Cercles de Dimbokro et Abengourou, puis Bassam et Bondoukou, enfin Abidjan, Agboville, Gagnoa et Grand Lahou sont les principaux producteurs, Bouaké, Daloa et Sassandra produisent beaucoup moins.

Production de Cacao dans les différents Cercles de Côte d'Ivoire en 1948

Dimbokro	11.030 tonnes	Abidjan	2.276 tonnes
Abengourou	6.302 —	Grand Lahou	2.133 —
Bondoukou	4.500 —	Agboville	2.031 —
Bassam	3.265 —	Gagnoa	1.890 —

Au total : 34.960 tonnes

Conditions climatiques (5)

Le cacaoyer est par excellence une plante de climat chaud et humide. Ses exigences climatiques sont assez strictes : température moyenne annuelle 22 à 25° ; humidité atmosphérique élevée et saison sèche pas trop accentuée ; chute d'eau annuelle 1.500 mm au minimum. Telles sont les conditions climatiques généralement admises comme nécessaires. La Basse Côte d'Ivoire y correspond d'assez près. Le climat y est de type équatorial ; les saison sèches y sont non pluvieuses mais restent humides ; la température moyenne annuelle est, suivant les points, de 24° à 30°, surtout autour de 27-28°.

Seule la pluviométrie annuelle parait un peu faible pour subvenir aux besoins en eau des cacaoyers. La partie centrale de la Basse Côte et toute une partie de sa zone Est ne reçoivent que de 1.250 à 1.500 mm. C'est ainsi qu'à Abengourou, centre d'une des principales zones de culture du cacaoyer, cette moyenne annuelle n'est que de 1.400 mm, répartis en un peu plus de 100 jours.

Il apparaît ainsi qu'en Côte d'Ivoire une pluviométrie de 1.250 à 1.300 mm peut suffire à alimenter le cacaoyer en eau. Cela implique cependant des exigences édaphiques plus strictes comme nous l'indiquerons plus loin. Notons enfin qu'il a été récemment indiqué qu'en Equateur « les isohyètes 1.000 et 2.000 mm limitent l'aire de culture du cacaoyer » (6).

Conditions topographiques et des roches-mères (7)

En arrière de la lagune bordée par le cordon littoral sableux, ou de la côte, s'étend, sur la plus grande partie de la Côte d'Ivoire, le plateau des sables tertiaires. Très rétréci à Sassandra, il s'élargit sur environ 25 km à la hauteur d'Abidjan. Il est, par places, profondément creusé, sous la forêt, par des vallées ou vallons aux flancs très abrupts. Lui succède, plus au Nord, dans toute la moitié Est, la région fortement vallonnée occupée par les schistes argileux ou limoneux, ferrugineux et plus ou moins métamorphisés, que les bandes de « roches vertes » du Birrimien supérieur viennent traverser. Dans l'Ouest, les roches granitogneissiques donnent un relief un peu plus doux quoique encore assez vallonné. Quelques collines abruptes, soit dans la zone médiane, comme les « Boca » du Sud Est de Toumodi, soit plus à l'Ouest comme dans la région de Lakota ou de Oumé, formées de roches plus basiques et souvent couronnées d'une cuirasse latéritique assez résistante à l'érosion, sont les éléments marquants de cette succession de vallonnements peu accusés mais suffisants pour que la région soit, dans son ensemble, bien drainée.

De ces différentes roches proviennent les sols de la Basse Côte d'Ivoire, qu'ils soient parfaitement en place, qu'ils aient au contraire été totalement remaniés par quelque phénomène de transport ou que, formés aux dépens de la roche sur laquelle ils se trouvent, ils présentent un horizon supérieur remanié, sur un mètre ou plus, par des glissements en masse, ou par le lessivage oblique qui les rend beaucoup plus sableux ou graveleux.

Sur les unes comme les autres ont été installées des cacaoyères, mais elles ne trouvent pas sur toutes les mêmes éléments de fertilité.

Les **sables** quartzeux et un peu ferrugineux, sont, en général, perméables, et la circulation de l'eau y est facile. Mais ils sont pauvres en éléments fertilisants assimilables, potasse en particulier, et leur réserve minérale est faible. Les sols formés sur ces sédiments, Sols Ferrugineux Tropicaux profondément lessivés, sont superficiellement appauvris en hydrates de fer et parfois en argile qui peut, en ce cas, venir s'accumuler vers 1,50 m à 2 m de profondeur. Certains niveaux sont très argileux et ferrugineux : 50 % d'argile près de Bingerville ; d'autres sont graveleux : graviers ferrugineux ou quartzeux ; d'autres enfin sont constitués par un type de grès ferrugineux qui paraît n'être qu'une cuirasse de nappe suspendue dans les sables.

Ces divers faciès, autres que sableux, ne présentent qu'une extension très localisée.

Les **schistes**, assez variables dans leur composition, se rapportent, soit à des micaschistes autour de massifs de granit intrusif (Adzopé), soit à des schistes moins métamorphiques : schistes arkosiques, limoneux ou argileux, le plus souvent très ferrugineux et traversés de filons de quartz. Les minéraux, que l'on y distingue, variables suivant les points, sont le plus souvent : séricite, chlorite, biotite et muscovite, quartz, feldspaths. Les sols auxquels ils donnent naissance, Sols Rouges ou Jaunes Latéritiques, sont argileux, souvent très compacts. L'argile qu'ils contiennent est surtout formée de kaolinite. Ils retiennent bien l'eau mais sont peu perméables. Ils sont moins pauvres en éléments fertilisants que les sols sur les sables, encore que, d'après G. Glaisse, leur teneur totale en CaO est de l'ordre de 4 à 7 ‰, celle en MgO est, généralement, plus faible, souvent de moins de 1 ‰, de même

que celle en P_2O_5. Très riches en fer, ils donnent souvent lieu à des phénomènes de durcissement, concrétionnement ou cuirassement, qui peuvent devenir nuisibles à des arbres à enracinement très profond comme le cacaoyer.

Des affleurements de **roches vertes**, schistes métamorphiques, riches en pyroxène, en amphibole, appartenant au Birrimien supérieur, donnent des sols argileux ou finement sablo-argileux suivant les cas, mais chimiquement riches. Partout, où ils sont assez profonds, ce sont d'excellents sols à cacaoyers, Sols Rouges Latéritiques, parfois appelés Sols « Chocolat » parce que plus foncés que les Sols Rouges typiques. Les éléments en provenant, repris par l'érosion et redéposés, donnent de très bons sols à bananiers. Les nappes phréatiques qui s'y forment sont parfois excessivement riches en magnésie (Vallée du Bandama, au nord de Tiassalé).

Les **granito-gneiss** ont des caractères très divers. Mais ils peuvent, dans l'ensemble, être rattachés à deux types principaux. Les uns sont très riches en éléments ferro-magnésiens et pauvres en quartz. Les sols qui en proviennent se rapprochent très nettement de ceux formés sur les schistes, aussi bien par beaucoup de leurs caractères propres que par leur influence sur la végétation. Les autres sont très riches en quartz, pauvres en éléments ferro-magnésiens, mais, au contraire, riches en éléments alcalins. Les sols auxquels ils ont donné naissance sont assez sableux, perméables à l'eau et aux racines, au moins dans leurs horizons supérieurs, se durcissant moins, mais ils ont tendance à se lessiver et à s'appauvrir ainsi en éléments fertilisants.

D'autres roches, telles que **dolérites** et **diabases**, donnent des sols fertiles tant par leur structure que par leur richesse chimique. Ce sont des Sols Rouges Latéritiques souvent du type des Sols « Chocolat ». Ils sont parfois cuirassés. Ils n'occupent que des superficies très réduites.

L'influence des caractères propres de chacune de ces roches reste très marquée, aussi bien sur les sols que sur les cultures, en particulier de cacaoyers. Cependant, elle est souvent masquée ou même très diminuée non seulement par celle d'autres facteurs actuels de pédogénèse, tels que le climat ou la végétation ; mais aussi par celle des phénomènes passés : climat ancien beaucoup plus sec, qui a donné naissance à des sols très concrétionnés ou cuirassés, et dont les restes s'observent en tant de points dans les sols actuels sous forme de cuirasses fossiles ou de gravillons abondants ; colluvionnement sur les pentes et remaniement à la surface des plateaux, qui font que, dans presque la plupart des cas, les horizons superficiels du sol ne dérivent pas directement des éléments de la roche sous-jacente.

CARACTÈRE DES SOLS CONVENANTS AU CACAOYER EN BASSE COTE D'IVOIRE

Position topographique

La position topographique, tout en restant un caractère extérieur au profil du sol, n'en est pas moins un des éléments de la définition totale de celui-ci. La cacaoyère en bon état constituant un milieu aussi protégé que possible contre l'érosion, ce n'est que l'influence de la position topographique sur le profil hydrique du sol et son alimentation en eau qui jouera dans ce cas.

Aussi la position topographique la mieux adaptée dépend-elle beaucoup des conditions climatiques du lieu.

A la limite de la zone de culture possible, là où la pluviométrie est à peine suffisante (1.200 à 1.350 mm) et la saison sèche un peu trop prolongée, les beaux cacaoyers ne se trouvent que dans les bas-fonds, là où le ruissellement provoque un accroissement de l'approvisionnement en eau du sol et des plantes. C'est en même temps là que, dans la galerie forestière, cette culture peut avoir l'ombrage nécessaire et une protection suffisante contre la sécheresse de l'air. Sur les pentes voisines, les cacaoyers peuvent se développer assez vigoureusement pendant un certain temps ; il suffira d'une année particulièrement sèche pour qu'ils meurent alors que ceux du bas-fonds résisteront.

Un exemple net de cette influence a été observé à une vingtaine de kilomètres de Bongouanou. En 1947, nous avions visité une jeune cacaoyère, de huit ans, établie dans une petite vallée et sur les pentes des collines voisines. Le sol portant ces arbres est le type du bon sol à cacaoyers pour la région ; en particulier il est dépourvu presque complètement de gravillons, seuls, les sommets des collines et les parties tout à fait supérieures des pentes sont cuirassées ou gravillonnaires. L'ensemble de la plantation était alors en très bon état, sauf les arbres plantés le plus haut qui avaient légèrement souffert des sécheresses récentes. En 1950, seuls les cacaoyers situés exactement dans la vallée avaient subsisté. Les arbres plantés sur les pentes étaient tous morts.

Du reste, dans toute cette région la répartition des cacaoyères traduit le même fait : la plupart des plantations sont situées dans les vallées et les parties basses, et ce sont les seules qui, en règle générale, y sont en bon état de développement.

Toutefois, si le cacaoyer nécessite une quantité importante d'eau, il craint les terres inondées ou dont la nappe phréatique est trop proche de la surface. Aussi, dans les zones à climat humide, la position la meilleure sera-t-elle, à l'inverse, sur une pente faible assurant un meilleur drainage. Dans les régions très humides, à brouillards fréquents, une pente, même forte, peut convenir et porter de très belles cacaoyères, comme sur les flancs de l'Orombo-Bocca si souvent entouré de brumes et de nuages.

En général, cependant, la position en forte pente n'est pas très favorable.

Profondeur et texture du sol

Le système radiculaire du cacaoyer comprend un ensemble très développé, très touffu, de racines superficielles, traçantes, plus ou moins fines, et un pivot généralement simple, très puissant, qui peut s'enfoncer jusqu'à au moins 2 à 3 mètres. Bien des auteurs, surtout autrefois (4), avaient tendance à n'attribuer à ce dernier qu'un rôle purement mécanique de fixation de l'arbre. Il est certain qu'il intervient également dans son alimentation. Puise-t-il en profondeur uniquement l'eau (G. Brouhns) ; ou bien, au contraire, pivot et racines superficielles interviennent-ils dans l'approvisionnement de l'arbre en éléments minéraux comme en eau, nous ne pouvons en juger. Cela doit dépendre essentiellement de la richesse en eau et en éléments assimilables des différents horizons du sol.

Il n'en reste pas moins que le pivot du cacaoyer a une importance primordiale et que le sol doit permettre son développement aussi bien que celui des racines superficielles.

Un pivot gêné dans sa croissance par la présence des cailloux, ou par l'imperméabilité du sol ou par de mauvaises conditions des horizons profonds, réagit en se bifurquant ou trifurquant, ou bien en transformant son extrémité, généralement pointue et très fine, en une masse large et arrondie.

Dans les cas de mauvais état d'une cacaoyère, l'observation du développement du système radiculaire des plantes les plus malades fournit souvent des renseignements de toute première valeur sur la cause de cette déficience.

Cailloux et graviers. Les racines du cacaoyer, superficielles comme pivotantes, supportent mal la présence de cailloux ou graviers en grande quantité, sauf, semble-t-il, s'il s'agit d'éléments facilement altérables (cailloux de diabase, de dolérite, d'amphobilite) et fournissant ainsi les éléments les plus nécessaires à la plante.

Les cailloux de quartz, quartzite et grès dur, ceux de cuirasse ferrugineuse ou latéritique sont à éviter. Même les concrétions et gravillons de ce type sont néfastes s'ils se trouvent en grande quantité dans l'horizon.

L'excès de ces cailloux et graviers est particulièrement à craindre dans les niveaux supérieurs sur 50 à 60 cm. Plus profondément, il suffira qu'ils ne soient qu'en quantité assez faible pour ne pas gêner le développement de la racine pivotante. Une trop forte teneur en ces éléments grossiers paraît être l'une des causes les plus fréquentes de sa division en plusieurs éléments, le plus souvent médiocrement développés. Un horizon uniquement composé de graviers quartzeux, même à plus de un mètre de profondeur, l'arrête, comme nous avons pu l'observer près d'Abengourou.

Il est bien évident que ce n'est qu'au fur et à mesure du développement des arbres que la gêne présentée par des horizons caillouteux ou graveleux devient sensible ; mais qu'elle l'est d'autant plus que les horizons, qui se trouvent au-dessus, sont moins favorables au cacaoyer, horizons très sableux par exemple. Elle est aussi d'autant plus forte que les conditions climatiques sont aussi moins favorables, climat relativement trop sec par exemple.

Ainsi, dans la région de Yamoussoukro, au Nord-Ouest d'Abidjan, à la limite des zones de savane et de forêt, une plantation d'environ quinze ans présente, côte à côte, des zones où les cacaoyers sont encore en assez bon état, mais dont le rendement décroît depuis quelques années, et d'autres où les arbres sont morts ou en très mauvais état, le rendement en ayant été normal les premières années. puis ayant baissé lorsqu'ils avaient environ neuf ans.

Dans les premières zones le sol présente le profil suivant (C 98) :

Sous un lit de feuilles en décomposition :

0 à 25 cm ; horizon gris assez humifère, plus clair à sa base, sablo-limoneux, un peu graveleux (gravillons ferrugineux) en dessous de 15 cm, friable, poreux, enracinement important.

25 à 100 cm ; horizon brun, limono-argileux, riche en gravillons ferrugineux et quelques grains de quartz. L'enracinement est encore assez important quoique nettement plus faible qu'au-dessus.

100 à 160 cm ; horizon beige à rouille, avec nombreuses taches rouges diffuses, et beaucoup de grains de quartz ; horizon argileux, très compact ; correspond à l'argile tacheté du profil latéritique typique ; racines fines, visibles jusqu'à 140-160, mais peu nombreuses.

En dessous de 160 cm et jusqu'à au moins 2 m., masse analogue, mais plus claire, avec des taches rouges moins nombreuses, très compactes et passant progressivement au matériau originel de granit décomposé.

Par contre, dans une tache de cacaoyers morts, le profil du sol, assez semblable au précédent dans les horizons supérieurs comporte un horizon d'argile tachetée, très réduit, entre 70 et 90 cm ; et le granit très altéré, mais formant une masse compacte, difficilement pénétrable aux racines, commence à 90 cm de profondeur. Les racines pivotantes observées sont nettement arrêtées entre 90 et 95 cm suivant les cas.

Ainsi en cette région, où la pluviométrie est un peu faible et la sécheresse trop prolongée pour un développement facile du cacaoyer, une profondeur du sol franc de 90 cm n'a été suffisante que pendant les neuf premières années, et a provoqué, dans les années suivantes, une baisse de rendement, puis la mort des arbres à la suite d'une sécheresse un peu trop accentuée. Une épaisseur de sol franc, mais graveleux sur 1,60 m, puis très compact, quoique encore pénétrable au-dessous, tout en laissant aux arbres la possibilité de se développer jusqu'à au moins quinze ans, ne leur a pas permis de maintenir leur rendement.

En région plus forestière, au climat plus favorable aux cacaoyers, comme à Abengourou, des sols, dont la compacité et la richesse en graviers se rapprochent de celles du profil C 98, portent d'assez belles cacaoyères dont le rendement se maintient.

Ainsi à 4 km au Nord d'Abengourou, sous une assez belle cacaoyère le profil est le suivant (C. 48).

En surface un lit de feuilles en décomposition,

0 à 100 cm ; horizon brun dans son ensemble, plus gris sur les 10 à 15 premiers centimètres, plus rouge dans toute sa moitié inférieure ; gravelo-limoneux, surtout en dessous de 50 cm, à très nombreux graviers de quartz et gravillons ferrugineux, durs, et arrondis, friables et poreux.

100 à 145 cm ; horizon brun rougeâtre, graveleux, mais de terre fine argilo-sableuse ; graviers ferrugineux assez durcis, de 3 à 4 centimètres de diamètre, et gravillons petits et durs ; quelques lits de quartz.

145 à 175 cm ; horizon brun à traînées ocres ou rouge violacé, à nombreux cailloux de quartz ; argilo-graveleux, compact.

En dessous, horizon analogue mais durci, difficilement pénétrable aux racines.

Les résultats de l'analyse granulométrique des différents horizons sont donnés ci-dessous (en % de l'échantillon total ou de la terre fine) :

N° échantillon	Profondeur en cm	Terre fine	Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile
481	0- 10	78	21	29	30	20
482	10- 40	61	21	14	20	45
483	40- 80	38	20	16	22	42
484	80-120	14	32	6	32	31
485	120-175	56	35	22	32	11

Même dans cette région, cependant, les plus belles cacaoyères s'observent sur des Sols Latéritiques, de ce type ou de type voisin, mais moins graveleux, et moins compacts en profondeur, au moins jusqu'à 1,50 m ou 2 m ; ou sur Sols Alluviaux, même à tendance hydromorphe faible, et francs sur au moins 1,50 m à 1,80 m. Ainsi en est-il à Yakasso, au Nord de Abengourou, où le sol (C 72),

observé dans une zone alluviale près d'un petit ruisseau, est limoneux à limono-argileux, avec seulement quelques cailloux de quartz ou ferrugineux, contenant à partir de 1 m des concrétions ferrugineuses, mais de petite taille et pas très nombreuses. A 1,80 m seulement le profil devient très caillouteux.

Par contre, même dans cette région, une profondeur de sol de moins de 1 m ne peut suffire pour assurer un développement abondant des arbres.

Ainsi à 10 km, au Nord d'Abengourou, près de la route de Agnibilecrou, sous des cacaoyères dépérissantes, le sol comporte des horizons très graveleux, assez friables sur 35 cm, puis plus massifs au-dessus d'une cuirasse ferrugineuse, dure, à 85 cm de profondeur (C 46).

De même, un peu plus au Nord, près de Sankodiokro, sur une pente, le sol d'une cacaoyère, aux arbres bien développés les premières années, et en médiocre état maintenant, présente le profil suivant (C 53) :

0 à 10 cm ; horizon gris, sablo-limoneux, assez riche en matière organique, structure grumeleuse.

10 à 60 cm ; horizon rouge assez clair, limono-sableux, un peu argileux, assez poreux, des cailloux de quartz.

60 à 130 cm ; horizon brun rougeâtre, argilo-graveleux, avec de nombreux cailloux de quartz souvent assez gros, compact.

En dessous, schiste ocre-jaune, très altéré, avec des masses terreuses, intercalaires, brun-rouge, et des cailloux et blocs de quartz.

Les racines, nombreuses et fines jusqu'à 60 cm, sont rares en dessous.

Près de là (C 54) sur un sol assez analogue, très riche en cailloux de quartz et en débris de schiste au-dessous de 65 cm, les cacaoyères étaient mortes très rapidement à la suite d'une attaque de « swollen shoot ». Leur médiocre développement dû à un sol de mauvaise qualité ne leur avait pas permis de résister à la maladie. Le pivot de ces arbres était normal jusqu'à 80 cm, puis se tordait en contournant les gros cailloux de quartz et se bifurquait vers 1 m. On pouvait le suivre jusqu'à environ 1,50 m, très différent ainsi du pivot simple et très droit des cacaoyères saines.

Si les graviers et cailloux, qui se trouvent dans le sol, sont facilement altérables, le cacaoyer peut se développer convenablement même s'ils y occupent une grande place et dès une faible profondeur.

Ainsi au col de Singrobo, sur la route d'Abidjan à Bouaké, une cacaoyère ancienne se maintient toujours en excellent état sur un sol en pente dont le profil est le suivant (C. 2-C. 1).

0 à 20-25 cm ; horizon brun gris, un peu humifère, limonocaillouteux, à structure polyédrique à nuciforme poreux ; cohésion forte des agrégats.

25 à 100 cm, horizon rouge brun à rouge, argileux, riche en cailloux de roche-mère plus ou moins altérée, structure polyédrique moyenne à fine, poreux.

100 à 120 cm ; horizon de passage, argilo-graveleux, bigarré.

En dessous, roche verte en voie d'altération, en blocs, séparés par des fentes remplies d'éléments argileux rougeâtres.

La roche-mère de ce sol est un schiste amphibolitique très altérable sous ce climat tropical humide, malgré sa finesse de cristallisation.

Mais le cas, le plus remarquable que nous ayions observé, est celui des cacaoyères accrochées aux flancs de l'Orombo-Bocca, colline au Sud-Est de Toumodi. A 3 km du village de Assakro, les cacaoyers, très beaux, se développent sur des éboulis d'épidiorite microlithique, en forte pente.

Le sol présente le profil ci-dessous (C-104) :

0 à 5 cm ; feutrage de racines très abondantes dans une masse végétale en décomposition mêlée de cailloux de roche altérée.

5 à 25 cm, horizon humifère, chocolat foncé, argilo-graveleux, grumeleux, très poreux et friable.

De 25 à au moins 120 cm, horizon constitué de blocs et cailloux de roche-mère plus ou moins altérés, surtout en surface, avec, entre eux, une argile rouge-brun, polyédrique, contenant des gravillons ferrugineux de petite taille.

Les blocs de roche paraissent nettement plus altérés en profondeur. Les racines pénètrent bien entre les blocs.

Cette cacaoyère de l'Orombo-Bocca profite, non seulement d'une roche-mère très altérable et riche en éléments fertilisants, mais aussi d'un climat localement plus pluvieux que dans la région avoisinante, qui est d'ailleurs occupée, non par la forêt comme les pentes du Bocca, mais par la savane, et, en outre, particulièrement humide, grâce à l'abondance des brouillards qui, si souvent, entourent la colline.

Ainsi, un sol adapté à la culture du cacaoyer et permettant une production prolongée, doit être suffisamment meuble, poreux, perméable, pénétrable aux racines, et pas trop riche en graviers, cailloux, et blocs de roches jusqu'à 1,50 m ou, mieux, 2 m de profondeur. Cette condition générale est moins stricte lorsque le sol, toujours bien drainé, se trouve en région suffisamment pluvieuse, ou au moins, suffisamment humide. Il doit cependant toujours, même dans ce cas, permettre la pénétration des racines sur au moins 60 à 80 cm et, à la condition, que l'épaisseur du sol mise ainsi à la disposition des arbres soit chimiquement riche et retienne bien l'eau. Enfin, très graveleux et caillouteux, il peut rester apte au développement des cacaoyers si les graviers, cailloux ou blocs de roches sont, dans les conditions locales de climat, facilement décomposables, et que leurs produits d'altération sont riches en éléments fertilisants.

Terre fine. Texture.

La profondeur du sol et la proportion de terre fine indispensable au bon développement des cacaoyers varient, nous venons de le voir, en fonction des conditions climatiques du lieu ; de même la granulométrie de la terre fine du sol convenant à cette culture varie aussi en fonction de l'hygrométrie atmosphérique et de la pluviométrie, auxquelles elle est soumise.

Dans un premier secteur, constituant le Nord de la zone forestière de Côte d'Ivoire, les meilleurs sols sont limoneux ou finement sablo-argileux.

Ainsi à 3 km de Kotobi, à 25 km Est de Bongouanou, une très belle cacaoyère en pleine production se développe sur un sol en faible pente, dont le profil est le suivant, sous le lit de feuilles en décomposition :

0 à 20 cm ; horizon gris beige, plus foncé en surface, un peu humifère, limoneux, à structure grumeleuse faible, poreux.

20 à 80 cm, horizon beige, limoneux, nuciforme, comportant de très rares taches ferrugineuses ocre rouille.

80 cm à plus de 1,20 m, horizon beige à taches ferrugineuses, limono graveleux, riche en graviers de quartz et de gravillons ferrugineux, parmi lesquels le pivot semble passer assez facilement.

L'analyse granulométrique des échantillons prélevés a donné les résultats suivants (en % de l'échantillon total séché à l'air ou de la terre fine séchée à 105°).

N° de l'échantillon	Profondeur cm	Terre fine	Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile
C. 931	0 à 10	93	34	33	29	9
C. 932	40 à 60	98	36	28	19	17
C. 933	90 à 110	40	38	24	17	21

Le sol paraît présenter des conditions physiques convenant bien, pour cette zone, aux exigences des cacaoyers. Son défaut essentiel reste son horizon graveleux trop proche de la surface. Les arbres n'en pâtiront, peut-être, que lorsqu'ils seront plus âgés.

Des sols plus sableux, surtout à moyenne profondeur (50 cm à 1 m), sont beaucoup moins favorables aux cacaoyers, dans cette zone.

Ainsi à 27 km à l'Ouest de Bongouanou, les cacaoyers sont morts, de sécheresse semble-t-il, sur un sol sableux à grossièrement sablo-argileux sur plus de 2 mètres. L'horizon supérieur, sur 1,10 m, a la constitution suivante :

Terre fine ..... 98 %

Sable grossier	28 %	Limon	13 %
Sable fin	47 %	Argile	12 %

Un peu plus argileux plus en profondeur, il y est surtout grossièrement sableux.

Il peut d'ailleurs suffire qu'à moins de 1,50 m ou 2 m apparaisse en ce sol un horizon plus argileux, pour qu'il soit bien adapté au cacaoyer.

Ainsi, à côté de la tache précédente, où les arbres ont disparu, d'autres se développent bien sur un sol finement sableux jusqu'à 1,10 m, puis sablo-argileux à gravelo-argileux jusqu'à 1,35 m et enfin argilo-sableux en dessous de ce niveau.

L'horizon argileux profond semble suffire, pour retenir l'eau à la disposition des cacaoyers.

Dans cette zone, à saison sèche relativement trop prolongée, un horizon argileux à faible profondeur ne paraît pas non plus favorable à cette culture. En effet à 30 km Sud-Est de Bongouanou, la sécheresse a fait disparaître des cacaoyers sur un sol constitué des horizons suivants :

0 à 25 cm, horizon gris assez foncé limono-sableux, faiblement grumeleux, poreux.

25 à 45 cm, horizon brun chocolat, limono-argileux, nuciforme.

45 cm à au moins 1 m, horizon brun rouge, argilo-limoneux, très compact.

Les résultats de l'analyse du premier et du troisième horizon sont consignés dans le tableau ci-dessous (en % de l'échantillon total ou de la terre fine).

N° de l'échantillon	Profondeur cm	Terre fine	Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile
C. 901	0 à 15	94	12	42	33	14
C. 902	80 à 100	80	21	26	13	40

Ainsi, en résumé, dans cette zone à pluviométrie relativement faible et à saison sèche un peu trop marquée, les sols permettant un bon développement des cacaoyers sont des sols limoneux, sur 1,50 m à 2 m, ou des sols finement sablo-limoneux sur le premier mètre puis un peu plus argileux en dessous.

Dans tout ce qui précède, nous n'avons fait intervenir que les éléments minéraux du sol. Il est bien certain que la présence de matière organique, en quantité un peu importante, faciliterait l'adaptation des cacaoyers à des sols de texture plus variable et plus éloignée de celle que nous venons de définir comme la mieux adaptée.

Mais, dans la presque totalité des sols étudiés, la teneur en matière organique reste très faible et les différences, que nous pouvons constater entre les sols observés comme favorables au cacaoyer et ceux qui ne le sont pas, apparaissent insuffisantes pour revêtir une véritable signification.

Dans les secteurs, où le climat est plus humide, la pluviométrie y étant plus élevée et les saisons non pluvieuses très limitées, le cacaoyer peut s'adapter à des textures beaucoup plus variées.

Auprès de Niablé, une très belle cacaoyère, de plus de trente ans actuellement, s'est développée sur un sol sableux en surface puis sablo-argileux et, enfin, argileux en profondeur. Les horizons sous un lit de feuilles et débris végétaux en cours de décomposition ont les caractères suivants :

0 à 12 cm ; horizon gris clair, plus foncé en surface, sablo-limoneux, faiblement grumeleux, poreux.

12 à 30 cm ; horizon beige, sablo-limoneux, plus nuciforme, poreux, friable.

30 à 55 cm ; horizon beige ocre, sablo-argileux, un peu plus compact.

55 à 110 cm ; horizon ocre brun, argilo-sableux, assez poreux paraissant riche en hydroxyde de fer.

110 à plus de 150 cm ; horizon ocre rouge, argilo-sableux, avec quelques graviers, poreux et friable.

Même pendant la saison non pluvieuse, un tel sol reste humide à partir d'environ 50 à 60 cm.

L'enracinement y est très abondant en surface, mais se développe bien jusqu'à 50 cm, et le pivot pénètre très facilement en profondeur.

La granulométrie des échantillons, prélevés dans les différents horizons, est donnée dans le tableau ci-après (en % de l'échantillon total séché à l'air, ou de la terre fine séchée à 105°) :

N° de l'échantillon	Profondeur cm	Terre fine	Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile
C. 661	0 à 12	90	58	23	19	11
C. 662	15 à 25	89	47	22	12	19
C. 663	40 à 50	85	39	21	6	34
C. 664	70 à 85	87	34	6	6	54
C. 665	120 à 130	80	26	9	8	54

Dans cette zone, le sol à cacaoyer peut aussi être assez argileux, et même un peu compact, à condition que ce caractère ne soit pas développé au point d'empêcher la pénétration du pivot en profondeur.

Il est bon d'ailleurs que l'horizon supérieur soit plus sableux, ou, au moins, plus limoneux.

Ainsi, sur alluvions, en zone plane, à Yakossi, près de Abengourou, le sol d'une belle cacaoyère présente le profil suivant (C. 72) :

0 à 15 cm ; horizon gris, limoneux, grumeleux, poreux.

15 à 55 cm ; horizon beige assez clair, limoneux à limono-argileux, nuciforme, poreux.

55 à 100 cm ; horizon brun, argilo-limoneux, comportant quelques cailloux ou graviers de quartz, et des concrétions ferrugineuses peu nombreuses, un peu compact.

100 à 180 cm ; horizon brun ocre à taches rouges ou noires, comportant des pellicules foncées sur la surface des agrégats et de petites concrétions dures, arrondies, résultant, les unes et les autres, de conditions d'hydromorphie.

En dessous de 180 cm, horizon très riche en cailloux de quartz et en concrétions ferrugineuses.

Les racines pénètrent facilement en profondeur dans un tel sol.

Dans ces régions assez humides (Agboville, Adzopé et plus au Sud) les cacaoyères peuvent même se développer normalement sur des terrains assez sableux.

Cela est encore plus net dans la zone littorale la plus humide, essentiellement occupée par les Sols Ferrugineux Tropicaux, profondément lessivés, sur sables quartzeux et ferrugineux. Là, les cacaoyers peuvent prendre un certaine extension, au moins si leur ombrage est bien assuré, mais en général les rendements y sont faibles, du fait, plus de la très grande pauvreté chimique de ces sols, que de leur texture très légère.

Dans ces secteurs particulièrement humides, il apparaît même que la présence de gravillons ou cailloux, s'ils ne sont pas en très forte quantité et n'empêchent pas la pénétration des racines, favorise la croissance des arbres en améliorant le drainage du sol.

Dans de telles zones, les sols argileux utilisables, risquent toujours, en zones basses ou planes, d'être parfois trop gorgés d'eau. Ils conviendront mieux lorsque situés en pente moyenne.

Autres caractères de ces sols.

Nos observations et analyses ne nous permettent pas de tirer actuellement d'indications précises quant aux autres propriétés des sols les mieux adaptés.

Pour ce qui est des propriétés physiques, nous avons indiqué, chaque fois que nous en avions la possibilité, l'importance de la perméabilité et de la porosité de ces sols. Cela a déjà été mis en évidence, parfois avec des chiffres à l'appui, par d'autres auteurs, en particulier Baeyens (1) et C. F. Charter (2).

Le cacaoyer n'est pas très exigeant du point de vue du pH du sol. Cependant ce sont les sols, dont le pH ne descend pas trop en dessous de 6, qui sont préférables. En dessous de pH 5, le rendement des cacaoyers paraît en général moins bon.

Ce caractère de pH assez élevé est en relation avec la richesse du sol en bases surtout alcalino-terreuses. Pour Baeyens, la limite inférieure en bases échangeables est, pour les bons sols à cacaoyers au Congo Belge, environ de 5 m. é. p. 100 g. Les résultats obtenus en Basse Côte d'Ivoire seraient assez voisins, mais un peu inférieurs (environ 4 m. é. p. 100 g).

La teneur en potasse échangeable paraît très importante dans le cas de la culture du cacaoyer. Les valeurs, que nous avons obtenues pour les bons sols à cacaoyers, se rapprochent, au moins en partie,

de celles publiées par F. Hardy (3), environ 0,3 ‰ de potasse échangeable suivant la texture du sol, à condition qu'en même temps la réserve en cet élément (extraction par les acides concentrés bouillants) soit élevée et d'environ 1 ‰.

Pour ce qui est de la teneur du sol en azote, nous n'avons pu mettre aucune limite nette en évidence. Rappelons que, d'après Hardy, elle se situerait autour de 0,15 %.

Le même auteur indique des valeurs de C/N de l'ordre de 9 à 11, dans les vingt premiers centimètres des bons sols, et inférieurs plus en profondeur. Cela correspond à nos observations morphologiques, au moins pour les horizons de surface : absence d'horizon d'humus grossier, matière organique bien incorporée au sol et assez claire ; structure souvent grumeleuse de l'horizon superficiel.

Pour ce qui est de la teneur nécessaire en P_2O_5, nous ne pouvons donner, dans ces sols de régions tropicales humides, une interprétation de teneurs en P_2O_5 assimilable ; et les teneurs en P_2O_5 total, que nous avons obtenues, ne paraissent pas en relation avec les rendements observés.

Dans ses récents travaux C. F. Charter (2) a insisté sur les caractères morphologiques et la succession des horizons des meilleurs sols à cacaoyers de Gold Coast et sur la nature de leur roche-mère.

Nous avons observé de belles cacaoyères sur des Sols Ferallitiques plus ou moins évolués, ceux présentant un lessivage accentué en surface (Sols Gris Ferallitiques) paraissant moins bien adaptés, sur des Sols Alluviaux, ou Colluviaux, parfois un peu hydromorphes en profondeur.

Les Sols Ferrugineux Tropicaux profondément lessivés, les Sols Hydromorphes lessivés à Gley et les Sols Hydromorphes à hydromorphie accentuée et assez superficielle, conviennent moins bien, et sont même, le plus souvent, à éviter, surtout les deux derniers. Il en est de même des Sols à Cuirasse actuelle ou ancienne peu profonde.

Enfin, les sols sur sables quartzeux ou sur alluvions et colluvions sablo-graveleuses sont à éviter. Ceux sur roches granitiques très leucocrates sont souvent peu recommandables. Ceux formés sur granitogneiss calco-alcalin, ou sur schistes plus ou moins métamorphiques peuvent constituer de bons milieux de croissance pour le cacaoyer. Les roche-mères donnant les meilleurs sols pour cette culture restent les dolérites, les schistes amphibolitiques et toutes les roches analogues.

RÉSUMÉ. — *Le climat de la zone forestière de la Côte d'Ivoire convient à la culture du cacaoyer. Mais à sa limite Nord, les conditions d'un sol doivent être très favorables pour que les cacaoyers puissent longtemps y fournir des récoltes. Si la roche-mère a donné des sols suffisamment riches, profonds, meubles, perméables, pour que le pivot du cacaoyer puisse se développer en profondeur jusqu'à* 1,50 *m-2 m, le sol formé convient au cacaoyer. Si au contraire, il contient des gravillons, des graviers, des cailloux, s'il est peu profond, pauvre, cet arbre s'y développe mal. Ces conditions de fertilité sont d'autant plus impératives que la zone est moins pluvieuse ; en revanche, la profondeur du sol peut être inférieure si le sol est riche et retienne bien l'eau. Dans les zones à faible pluviométrie, les sols limoneux conviennent si leur profondeur atteint* 2 *m ; s'ils sont finement sablo-limoneux, il faut qu'ils soient légèrement argileux en profondeur. Les facultés d'adaptation du cacaoyer dépendent des conditions du sol et du climat, les qualités du premier pouvant en partie pallier les défauts du second et réciproquement.*

Le pH des sols à cacaoyers ne doit pas être trop inférieur à 6.

SUMMARY. — *Climate of the forest zone of the Ivory Coast is one in which cocoa may thrive. However, on the northern border of this zone soil conditions should be exceptionally good if harvests are to be reaped for any length of time. Provided the parent rock has formed sufficiently rich, deep laying, loose and permeable soil, where the cocoa trees tap root may develop as far down as* 5 *to* 7 *feet, such soil may be considered as adequate for growing cocoa. Whereas, if the soil contains gravel and stones, is poor and lacks depth cocoa trees will find it difficult to develop. When the area has a lower rainfall, the conditions to fertility are all the more imperative, and on the other hand, if the soil is rich and has a good water holding capacity, a depth of less than* 4 *feet is sufficient. In areas with a low rainfall, silt loam soils are adequate, provided their depth is of about* 7 *feet. When the soils are formed of fine sandy loam particles, they should be slightly clayish at the bottom of the layer. Possibilities of the cocoa trees adaptation depend from soil and climate conditions. Whenever the quality of one of the two is superior to the other it acts as a palliative to the deficiency.*

Soil acidity should not be much lowet than pH 6.

RESUMEN. — *El clima de la zona forestal de la Costa de Marfil es adecuado para el cultivo del cacao. Pero hacia el limite del norte, las condiciones del suelo tienen que ser muy favorables para poder aprovecharse de las cosechas para un plazo bastante largo. Cuando los suelos son bastante ricos, profundos, sueltos y permeables para que la raiz pivotante del arbol pueda desarollarse a una profundidad de* 1,50 *m à* 2 *metros, estos suelos son convenientes para el cacao. Pero se en estos suelos se encuentran arenas, piedritas y piedras, se son poco profundos y pobres no son recomendables para este cultivo. Las condiciones de fertilidad quedan todavia mas imperativas cuando las precipitaciones son menos abundantes, pero, en compensacion basta una profundidad de* 1 *metro se el suelo es rico y retiene bien la agua. En las zonas donde las lluvias son escasas, suelos limosos profundos de* 2 *metros son recomendables para el cacao. En caso de suelos ligeramente areno-limosos estos tienen que ser un poco arcillosos en profundidad. Las posibilidades de adaptacion del cacao son dependientes de las condiciones de suelo y de clima. Se compensan uno con otro cuando se presenta una deficiencia afectando uno de ellos.*

La acidez del suelo no debe ser mucho mas baja de (pH 6).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Baeyens (chanoine J.). — **Les sols de l'Afrique Centrale.** Duculot, édit., Belgique, 1938, 375 p.
   Bellefroid (V. de). — *Bull. Agr. Congo Belge*, XXXVII, 1946, *3*, p. 554-85, 23 fig., tabl.
   Brouhns (G.). — *Bull. Agr. Congo Belge*, XLI, 1950, *4*, p. 925-92, 41 fig., bibl. de 40 références.
   Croegaert (J.). — *Bull. Agr. Congo Belge*, XL, 1949, 7 p.
   Livens (J.). — *Bull. Agr. Congo Belge*, XLII, 1951, *2*, p. 295-308, 2 tabl.
2. Charters (C. F.). — **Cacao soils good and bad** (Bons et mauvais sols à cacaoyers) W. A. C. R. I., Gold Coast, 1949, 11 p., 4 fig.
   — (L'étude détaillée des sols de la zone cacaoyère de Gold Coast), Dep. of Agr., Gold Coast, 1950, 20 p.
3. Hardy (F.). — *Trop. Agric.*, XXVIII, 1951, 1-6, p. 22-25, 1 tabl., 1 fig.
4. Henry (Y.). — **Le cacao,** Paris, 1913.
5. Barberou (J.). — Météorologie, *in*, Afrique Occidentale Française, Tome premier, Encycl. Col. et Mar., Paris, 1949, 216-240, 7 tabl., 4 fig., bibl.
6. Braudeau (J.), Burle (L.). — **Le cacao,** *Bull. Agron.* 9, S. T. A. T., Paris, 1954, 63 p., 75 phot., 10 fig., 6 tabl., bibl. de 24 références.
7. Marvier (L.). — Notice explicative sur la carte géologique d'ensemble d'A. O. F., *Bull. Direction fédérale, Mines et Géologie A. O. F.*, 16, Dakar, 1953.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS A CACAOYERS DE LA COTE D'IVOIRE

par

Mlle J. BELEY
Chef du laboratoire de chimie
Section Technique d'agriculture tropicale.

R. CHEZEAU
Assistant
Division de Chimie
Section Technique d'agriculture tropicale.

I. OBSERVATIONS SUR LES RÉSULTATS D'ANALYSE DE SOLS A CACAOYERS DE LA COTE D'IVOIRE

Afin d'avoir un aperçu d'ensemble sur les caractéristiques des sols à cacaoyers de la Côte d'Ivoire, des échantillons ont été prélevés dans des plantations établies dans trois zones cacaoyères d'une origine géologique bien distincte.

1°) Zone du cordon littoral sableux, formée de sables quartzeux non ferrugineux, à laquelle correspondent les échantillons prélevés dans la plantation S. P. A. O. à Eloka, près de Bingerville (nos 5333, 5334, 5335, 5336).

2°) Zone cristalline, comprenant des sols formés sur granitogneiss calco-alcalin, provenant de roches cristallines plus ou moins métamorphisées. A cette zone correspondent les échantillons prélevés dans la région de Gagnoa (nos 5373, 5374, 5375, 5376, 5377, 5378, 5379, 5380).

3°) Zone des schistes, ayant donné naissance à des sols argileux ou finement sablo-argileux, auxquels appartiennent les échantillons prélevés à Abengourou (nos 5359, 5360, 5361, 5362), à M'Bahiakro (nos 5371, 5372), et dans la région de Tiassalé (nos 5363, 5364, 5365, 5366, 5367, 5368, 5369, 5370).

Les propriétés physiques et chimiques des sols analysés sont très différentes, et il convient de les examiner en détail, mais il ne faut pas s'attendre à retrouver chez elles de délimitations aussi franches que celles proposées par la classification géologique.

1°) Propriétés physiques

a) **Éléments squelettiques.** Les sols de la zone sableuse sont constitués entièrement de terre fine, aussi bien dans l'horizon de surface qu'à 0,60 m de profondeur. Ceux d'origine granitique présentent des divergences : les uns accusent une teneur en cailloux et graviers pouvant aller jusqu'à 35 % en sous-sol (n° 5376) et atteignant 32 % dès l'horizon de surface (n° 5375), tandis que d'autres sont représentés uniquement par de la terre fine (n° 5373, 5379, 5380). Les sols de schistes sont également très variables suivant la région d'où ils proviennent : ceux d'Abengourou et de la vallée du Bandama sont dépourvus de tout élément squelettique, celui de la région de M'Bahiakro ne présente que 6,5 % de cailloux dans l'horizon de surface, tandis que les sols prélevés sur le coteau de Singrobo accusent, surtout en profondeur, des teneurs en cailloux et graviers de 43 et 58 % de la masse totale (n° 5366 et 5364).

b) **Humidité et perte au feu.** On constate que, d'une façon générale, les plus fortes valeurs de ces caractéristiques se rencontrent pour les sols de schistes, les plus faibles étant réservées aux sols sableux, tandis que les sols d'origine granitique occupent la position intermédiaire.

c) **Constitution granulaire.** Les sols formés sur les sables limoneux ont une teneur en sable total comprise entre 85 et 92 %, avec prédominance nette et constante de sable grossier ; les écarts, entre les divers éléments granulaires, très accusés, sont les suivants : sable grossier (70 à 52 %), sable fin (34 à 12 %), limon (12 à 6 %), argile (2 à 1 %).

Pour les sols granitiques, la teneur en sable total va de 51 à 80 %, avec une légère prédominance de sable grossier, aussi bien en surface qu'en profondeur ; la diminution de la fraction de sable total en profondeur se fait au profit de l'argile, si l'on excepte les échantillons nos 5375 et 5379 pour lesquels

les résultats peuvent paraître aberrants. Il semble que, pour ceux-ci, les dimensions des particules d'argile soient plus fortes et elles se seraient alors déposées avant le temps imparti à la sédimentation de cette fraction lors de l'analyse, la somme (argile + limon) restant normale. En faisant abstraction de ces deux échantillons, les écarts entre les éléments granulaires sont les suivants : sable grossier (50 à 28 %), sable fin (34 à 12 %), limon (11 à 4 %), argile (40 à 12 %).

Les sols de schistes présentent une teneur beaucoup plus faible en sable total que les deux types précédents, cette teneur variant de 22 à 66 % ; on constate une prédominance constante, et souvent même extrêmement accusée, du sable fin sur le sable grossier ; les teneurs en limon et en argile sont très élevées et, d'une façon générale, la teneur en argile augmente avec la profondeur. On a les écarts suivants entre les divers éléments granulaires : sable grossier (35 à 1 %), sable fin (45 à 15 %), limon (31 à 10 %), argile (47 à 15 %).

2°) Propriétés chimiques

a) **Complexe organique.** Les sols de la zone sableuse sont très pauvres en matière organique totale et la teneur en azote est faible, avec perte de cet élément au delà de 20 cm ; le rapport C/N, très inférieur à 10, indique une décomposition accélérée de la matière organique.

Les sols d'origine granitique montrent une grande homogénéité d'un échantillon à l'autre, aussi bien pour les horizons de surface que pour les horizons inférieurs. Les teneurs en matière organique totale oscillent pour les premiers entre 20 et 35 ‰, et pour les seconds entre 7 et 13 ‰, les teneurs en azote sont toutes supérieures à 1 ‰ en surface, et elles décroissent régulièrement avec la profondeur, sans tomber toutefois au-dessous de 0,5 ‰ ; le rapport C/N se maintient aux environs de 10, valeur correspondant à une décomposition normale de la matière organique et à une nitrification également normale.

Par contre, les sols de schistes se distinguent par leur hétérogénéité en ce qui concerne la composition de leur complexe organique : ceux de la région de Tiassalé et de M'Bahiakro sont très semblables aux sols d'origine granitique, tant au point de vue teneurs en matière organique totale (oscillant entre 14 et 34 ‰ dans les horizons de surface et 8 à 13 ‰ dans les horizons inférieurs), teneurs en azote (supérieures à 1 ‰ en surface et décroissant régulièrement avec la profondeur), que par la valeur du rapport C/N, située aux environs de 10 ; ceux de la région d'Abengourou sont nettement plus pauvres en carbone et en azote, surtout l'échantillon 5360 et le rapport C/N est beaucoup trop faible.

b) **Eléments fertilisants « totaux », solubles dans l'acide nitrique concentré.** La détermination de l'acide phosphorique, de la chaux, de la magnésie et de la potasse solubles dans l'acide nitrique concentré n'offre pas un gros intérêt au point de vue agronomique, car elle ne présente aucune relation avec les quantités de ces éléments mises à la disposition immédiate des cultures, surtout en ce qui concerne l'acide phosphorique et la potasse, qui se trouvent généralement dans le sol sous forme de combinaisons extrêmement résistantes. L'amplitude des variations des valeurs obtenues est aussi forte dans les divers profils d'un même groupe pédologique que dans les différents groupes eux-mêmes, du moins en ce qui concerne les deux éléments sus-cités. Pour la chaux et la magnésie, les indications fournies par cette détermination sont plus variables, du fait d'une décomposition plus facile de leurs combinaisons. Parmi les sols étudiés, les sols de schistes se distinguent nettement des autres par leur richesse en CaO et surtout MgO, en particulier les échantillons prélevés dans la région de Tiassalé, pour lesquels le rapport CaO/MgO est toujours inférieur à 1. Les sols d'origine granitique viennent ensuite, suivis de près par les sols sableux. D'une façon très générale, les horizons inférieurs sont moins riches en éléments minéraux que les horizons de surface, ce qui tendrait à prouver que la roche-mère en désagrégation, riche en minéraux engendrant les aliments des plantes, se trouve très en profondeur.

c) **Eléments assimilables, solubles dans l'acide nitrique à 1 %.** Si l'on classe les sols et sous-sols de chaque groupe pédologique par ordre de teneurs décroissantes en acide phosphorique total et en acide phosphorique assimilable, on voit que les taux trouvés pour le premier correspondent, à deux exceptions près seulement, à ceux obtenus pour le P_2O_5 assimilable ; les indices de solubilité relative, représentant le rapport de la quantité de P_2O_5 dissoute dans l'acide citrique à la quantité totale dosée par un acide fort, suivant naturellement aussi le même ordre. Du point de vue richesse propre en P_2O_5 assimilable des différents groupes de sols, ce sont les sols sableux qui apparaissent les plus riches. Pour les sols granitiques, un seul échantillon (n° 5377) se distingue, avec une teneur de

0,5 ‰, les autres étant tous pauvres ou même très pauvres. Les sols de schistes occupent une position intermédiaire, mais sont aussi nettement carencés. Sauf pour les sols sableux, les teneurs en acide phosphorique assimilable des sous-sols sont toujours plus faibles que celles des horizons superficiels.

En ce qui concerne la potasse, la relation entre cet élément sous la forme assimilable et la potasse totale n'est valable que pour les sols de schistes. Les teneurs en K_2O assimilable présentent une grande diversité, tant entre les différents groupes pédologiques qu'entre les échantillons de chaque groupe, et elles sont déficientes dans l'ensemble. Mais il convient de noter que les teneurs en éléments fertilisants sont exprimées en ‰ de terre fine, et qu'elles sont encore diminuées si on les rapporte à la masse totale des échantillons présentant une grande quantité de cailloux et graviers.

d) **pH, acidité d'échange et acidité d'hydrolyse.** Les valeurs du pH, représentant l'acidité active, accusent de grandes variations dans les divers sols analysés et s'inscrivent entre 4,2 et 8,0. Les sols sableux présentent le plus fort degré d'acidification, ceux de la zone granitique sont neutres ou même plutôt alcalins, et les sols de schistes occupent la position intermédiaire.

L'acidité d'échange se trouve être toujours inférieure à 1 %. Par suite d'un échantillonnage trop réduit, l'acidité d'hydrolyse n'a pu être déterminée que dans quelques sols.

e) **Complexe absorbant.** Parmi les caractéristiques du complexe absorbant, la capacité totale d'absorption, valeur « T », dépend étroitement de la teneur du sol en humus et en colloïdes argileux : en effet, les sols sableux présentent les plus faibles valeurs de « T », comprises entre 4,5 et 5, 8 m. é. p. 100 g pour les sols de surface et 3,8 à 5,4 m.é. pour les horizons sous-jacents ; viennent ensuite les sols de la zone granitique avec des valeurs de « T » de 10,0 à 20,4 et 8 à 13 m.é., et enfin les sols de schistes pour lesquels la capacité d'absorption atteint 10 à 37 et 8 à 21 m.é. pour 100 g. On voit que, exception faite pour l'échantillon nº 5359, cette valeur est toujours plus élevée dans les horizons superficiels et que son abaissement en profondeur peut être très accusé.

La somme des cations absorbés, valeur « S », qui traduit la fertilité actuelle du sol suit assez fidèlement les variations déjà constatées ci-dessus : pour les sols sableux, cette valeur est la plus faible, et reste comprise entre 2,5 à 5 m.é. pour 100 g pour les sols de surface et 2,7 à 2,8 m.é. pour les horizons inférieurs ; les sols de schistes présentent les plus fortes valeurs de « S » avec 4.5 à 35 et 2,8 à 12 m.é. ; les sols granitiques occupent la position intermédiaire avec des valeurs de « S » de 6 à 18 et 3,7 à 6 m.é. pour 100 g.

La détermination de la somme des bases du complexe — constituant en quelque sorte le capital des matières nutritives assimilables par les plantes —, associée à celle de la capacité d'absorption, permet de calculer et de connaître le « degré de saturation » du sol, ou valeur « V », qui est égal à $100 \frac{S}{T}$.

Cette valeur apparaît également toujours plus élevée dans les horizons de surface, à l'exception encore de l'échantillon nº 5359, mais sa diminution avec la profondeur est particulièrement frappante pour les sols granitiques, où elle passe de 68-96 % à 45-47 %. Pour les sols sableux et les sols de schistes, l'écart est sensiblement le même : de 56-85 % à 50-73 % pour les premiers, et de 48-97 % à 47-87 % pour les seconds.

Connaissant la capacité totale d'absorption, valeur « T », et la somme des bases du complexe, valeur « S », la différence T — S traduira l'entraînement des bases consécutif aux réactions du sol et à l'absorption par les racines, et à leur remplacement par des ions H, acides, qui se substituent aux cations métalliques disparus. Cette différence sera d'autant plus accusée que le sol sera plus ruiné. A ce point de vue, les sols analysés varient davantage entre les différents échantillons d'un même groupe géologique qu'entre ces groupes eux-mêmes, surtout pour les sols de schistes. Les teneurs en hydrogène échangeable des sols sableux varient de 0,8 à 2,7 m.é. pour 100 g, celles des sols granitiques de 0,6 à 6.8. m.é., et celles des sols de schistes de 0,6 à 10,0 m.é.

f) **Colloïdes minéraux et degré de latéritisation.** Bien que la détermination des colloïdes minéraux n'ait de réelle valeur que si elle est effectuée sur la fraction argile, même sur la terre fine elle permet de caractériser le degré de latéritisation d'un sol. Si l'on considère les teneurs en silice, fer et alumine des sols analysés appartenant aux trois groupes géologiques déjà désignés, on voit que celles-ci sont de loin les plus faibles pour les sols sableux, le pourcentage de SiO_2 allant de 2 à 5,0 et celui de $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ de 3,7 à 7,4. Pour les sols granitiques, les teneurs en SiO_2 oscillent entre 5,0 et 16,2 % et celles en sesquioxydes entre 12,3 et 32,9 %. Enfin, pour les sols de schistes ces mêmes valeurs atteignent respectivement 11 à 29,8 % et 9,2 à 42,8 %. La teneur en silice augmente généralement avec la profondeur pour tous les sols considérés, mais beaucoup moins que la teneur en $Al_2O_3 + Fe_2O_3$.

Le principal intérêt de la détermination des colloïdes minéraux réside dans l'établissement des rapports SiO_2/Al_2O_3 et SiO_2/R_2O_3, qui sont considérés comme des critères de l'état de latéritisation des sols. Lors de la destruction de la fraction argileuse, les bases et la silice dispersée sont entraînées et il reste les sesquioxydes de fer et d'alumine, il en résulte un abaissement progressif du rapport SiO_2/R_2O_3 qui a donné lieu à la distinction entre les siallites, pour lesquelles ce rapport est supérieur à 2, et les allites ou latérites pour lesquelles il devient égal ou inférieur à 1,33. Entre ces deux valeurs se classent les siallites latéritiques.

Pour Harrassowitz, l'altération climatique des minéraux silicatés, propre aux régions tropicales, aboutit à la minéralisation totale de la kaolinite en SiO_2 et Al_2O_3, et, à toute valeur du rapport SiO_2/Al_2O_3 inférieure à 2, correspondrait une destruction d'autant plus grande de la fraction argileuse du sol que le rapport SIO_2/Al_2O_3 donne un quotient plus petit.

En adoptant la première de ces classifications, on voit que les sols de la série granitique doivent être considérés comme des allites, la valeur du rapport SiO_2/R_2O_3 oscillant entre 0,23 et 1,3, avec un degré de latéritisation beaucoup plus accentué en profondeur que dans les horizons de surface. Les sols sableux et les sols de schistes se classent dans la catégorie des siallites et siallites latéritiques, du moins pour tous les horizons superficiels, avec tendance souvent assez nette vers l'allitisation dans les horizons inférieurs.

D'après la classification d'Harrassowitz, tous les sols d'origine granitique seraient latéritisés la valeur du rapport SiO_2/Al_2O_3 étant toujours nettement inférieure à 2 et pouvant tomber jusqu'à 0,28 en profondeur. Pour les sols sableux, la valeur de ce rapport oscille autour de 2, aussi bien dans les horizons de surface qu'à 50-60 cm, à l'exception d'un sous-sol de la région de Bingerville où elle n'atteint que 0,87. Elle est le plus souvent très supérieure à 2 pour les sols de schistes, à l'exception toutefois de l'échantillon provenant de la région de M'Bahiakro (n° 5371 et 5372), d'un échantillon prélevé à Abengourou (n° 5360 et 5359) et d'un sous-sol de la région de Tiassalé (n° 5366), pour lesquels la valeur, inférieure à 2, du rapport est le signe d'une latéritisation.

Par conséquent, les deux modes d'interprétation aboutissent sensiblement au même résultat pour la classification des sols considérés selon leur degré de latéritisation. Mais il semble que la caractérisation analytique de ce degré de latéritisation soit plus exacte par le rapport SiO_2/Al_2O_3 que par le rapport SiO_2/R_2O_3. En effet, la valeur qui lui est assignée pour caractériser les sols latéritisés correspond, dans le cas de tous les sols analysés, à la présence constante d'alumine libre, en quantités d'autant plus élevées que la valeur de ce rapport descend plus en-dessous de 2. C'est le cas de tous les sols de la série granitique et des exceptions signalées pour les sols sableux et les sols de schistes.

II. ESSAI D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ANALYTIQUES EN VUE D'ÉTABLIR LES EXIGENCES ÉDAPHIQUES DU CACAOYER

Après ces observations générales sur les caractéristiques physiques et chimiques des sols des principales zones cacaoyères de la Côte d'Ivoire, il y a lieu de rechercher, à l'aide de l'analyse comparée d'échantillons prélevés dans de bonnes et médiocres plantations, les facteurs inhérents au sol limitatifs de la production.

1°) Sols de la zone sableuse.

En l'absence de tout renseignement sur la productivité des plantations, les données à tirer des résultats d'analyse devront se limiter à de simples observations, sans valeur pratique réelle.

Aucune différence essentielle ne ressort dans la composition granulaire et chimique du sol prélevé dans une cacaoyère « en bon état » (échantillons n° 5333 et 5334) et du sol où les cacaoyers accusent un état médiocre (échantillons n° 5335 et 5336). On peut seulement faire les remarques suivantes :

α) Le bon sol, désigné par la lettre B pour plus de commodités, présente en surface une teneur un peu plus élevée en éléments fins (limon + argile), et en sable fin que le mauvais sol, ou sol M, ce qui lui permettrait d'emmagasiner davantage d'eau pour la saison sèche.

β) Sa teneur en matière organique, quoique très faible, est légèrement supérieure, de même que le rapport C/N.

γ) Il est plus riche en acide phosphorique, aussi bien total qu'assimilable.

δ) Sa teneur en potasse totale est plus élevée, mais par contre il contient moins de potasse assimilable ou échangeable.

ε) Sa teneur en chaux, totale et échangeable, est nettement inférieure, d'où son pH plus acide.

θ) Les caractéristiques de son complexe absorbant apparaissent moins favorables : valeurs « T », « S », « V » plus faibles et teneur plus élevée en H échangeable.

τ) Il ne contient pas d'alumine libre, mais cet élément ne semble avoir aucune influence sur les acidités d'échange et d'hydrolyse.

Par conséquent, les seuls points marquants pouvant différencier le bon sol du sol médiocre de la zone sableuse se résument sur le tableau ci-dessous :

	Sable fin %	(Limon + argile) %	M. O. totale °/oo	C/N	P_2O_5 total °/oo	P_2O_5 assimilable °/oo	Alumine libre
Sol B	33,3	14,5	4,1	3,5	1,09	0,207	—
Sol M	21,6	7,6	3,3	2,5	0,84	0,153	0,13

2°) Sols de la zone granitique.

Aucune indication de qualité des cacaoyères n'a été fournie pour les échantillons de sols prélevés dans la région de Gagnoa (plantations Larose, Lalanne et Jacquelin).

3°) Sols de la zone des schistes.

Les renseignements fournis sur ces échantillons sont les suivants :

a) **Sols d'Abengourou.**

échantillons 1 et 2, sous-sol et sol, plantation moyenne ;
échantillons 3 et 4, sous-sol et sol, bonne plantation.

b) **Sols de la région de Tiassalé.**

A) Echantillon prélevé dans une belle cacaoyère. Coteau de Singrobo :
n° 1) échantillon sol de 0 à 0,20 cm, terrain en pente ;
n° 2) échantillon sous-sol (0,50 à 0,60), latérite.
Les racines vont jusqu'à 0,40 m.

B) Echantillon pris sur le coteau de Singrobo dans une cacaoyère moyenne, terrain également en pente, située vers Km 139 :
n° 3) échantillon sol ;
n° 4) échantillon sous-sol (sédiments rouges et noirs).

C) Echantillon prélevé dans une bonne cacaoyère de la Bafecao, vallée du Bandama à 200 mètres de celui-ci :
n° 6) sol argileux rouge, sans cailloux ;
n° 5) sous-sol même texture qu'à 0,20, sol très profond.

E) Echantillon prélevé dans la vallée du Bandama, plantation de M. Reinach, cacaoyère moyennement entretenue :
n° 7) échantillon sol, terre argileuse, sans gravier ;
n° 8) échantillon sous-sol, également argileux, sans gravier.

c) **Sols de la région de M'Bahiakro.**

Cacaoyère de Kouassi Ya du village de Adiyapikro. Cacaoyère située dans un fond de vallée comme beaucoup de caoyères de cette région avec au milieu un lit de marigot étroit et peu profond.

La cacaoyère est saine, belle floraison, mais le sol est très hétérogène de l'amont vers l'aval. Pour le même horizon nous passons du sablo-argileux à l'argilo-sableux et à l'argile. Dans le sens vertical nous avons la même hétérogénéité :

en amont, une coupe verticale homogène sans aucune concrétion ;

en aval, à d'autres endroits, les concrétions apparaissent à 60 cm, etc...

Les échantillons ont été prélevés avec une sonde Hélix : quatre prélèvements de 0-20 cm, quatre prélèvements de 40-60 cm.

Horizons rencontrés :

0- 20 cm sablo-argileux, humifère, brun,
20- 60 cm argilo-sableux, gris,
60- 80 cm passage de gris à ocre jaune clair,
80-120 cm horizon sablo-argileux ocre jaune.

La coloration se conserve dans les différents prélèvements, (sauf du brun rouge et du jaune rencontré plus ou moins profondément), mais la teneur en argile varie.

Bien que ces renseignements soient souvent trop succincts, les différences entre les bons et mauvais sols à cacaoyers de la zone des schistes apparaissent assez nettement pour pouvoir en tirer quelques conclusions quant aux exigences édaphiques du cacaoyer.

a) **Sols d'Abengourou.**

Les deux échantillons analysés présentant sensiblement la même composition granulaire : argiles sablonneuses, friables, devenant plus lourdes en profondeur, absence de cailloux et graviers, la supériorité du sol supportant une bonne plantation est conditionnée par les caractéristiques chimiques suivantes :

Les teneurs en matière organique totale, en carbone, en azote, la valeur du rapport C/N, sont beaucoup plus élevées ;

Les teneurs en éléments totaux : acide phosphorique, chaux, magnésie et potasse, sont aussi nettement plus fortes, et le rapport CaO/MgO se rapproche de l'optimum.

Il en est de même pour les teneurs en acide phosphorique et en potasse assimilables, et pour l'indice de solubilité relative de ces deux éléments qui pourront donc être mis plus facilement à la disposition des cultures.

La réaction du sol dans l'horizon de surface est voisine de la neutralité, par suite de l'excédent de chaux, surtout échangeable, alors qu'elle est franchement acide dans le sol de la plantation moyenne où le pH atteint la valeur à laquelle le rendement est moins bon ; elle s'abaisse peu dans l'horizon sous-jacent.

Les caractéristiques du complexe absorbant, valeurs « T », « S », « V », sont le loin supérieures et la composition de ce complexe reflète encore la plus grande richesse déjà signalée pour les éléments totaux ; la faible proportion d'hydrogène échangeable, aussi bien en profondeur qu'en surface, est l'indice d'un sol moins « usé » que celui de la plantation moyenne.

Enfin, il y a lieu de signaler le rapport moléculaire $SiO/_2Al_2O_3$, qui correspond à un horizon superficiel non latéritisé, tandis que celui de la mauvaise plantation présente déjà des signes de latéritisation, caractérisés par une assez forte proportion d'alumine libre qui entraîne une acidité d'hydrolyse élevée.

Par conséquent, les principaux facteurs agissant sur la fertilité des sols à cacaoyers de la région d'Abengourou, peuvent se résumer dans le tableau suivant :

Plantation	M. O. totale °/₀₀	N °/₀₀	C/N	P_2O_5 assim. °/₀₀	K_2O assim. °/₀₀	K_2O échangeable °/₀₀	pH	Alumine libre m. é. p. 100 g.
Bonne	14,1	1,51	5,4	0,196	0,132	0,122	7,1	—
Moyenne	2,4	0,76	1,8	0,048	0,093	0,084	5,1	9,7

b) **Sols de la région de Tiassalé.**

Le contraste entre les sols de cette région prélevés dans de belles et de moyennes cacaoyères, est beaucoup moins saisissant que pour les sols précédemment étudiés. Il convient d'examiner séparément les sols de coteau et les sols de vallée.

1°) Sols de coteau de Singrobo.

Il semble qu'ici la structure physique ait une influence sur la qualité des plantations. En effet, on constate une proportion nettement plus élevée d'éléments fins (limon + argile) dans les sols supportant de bonnes cacaoyères, éléments ayant leur répercussion directe sur les caractéristiques du complexe absorbant.

En ce qui concerne les propriétés chimiques de ces sols, on retrouve l'influence de certains facteurs déjà signalés :

Les teneurs en matière organique totale, en azote et la valeur du rapport C/N sont plus élevées dans les sols où le rendement est meilleur.

La teneur en acide phosphorique total et assimilable est également plus élevée et le rapport CaO/MgO est plus favorable.

La teneur en potasse totale et assimilable, par contre, est nettement déficiente, mais celle en potasse échangeable est légèrement supérieure.

La réaction du sol n'accuse pour ainsi dire pas de différence.

Les caractéristiques du complexe absorbant montrent des valeurs « T », « S » et « V » nettement supérieures, en même temps qu'une diminution dans la teneur en hydrogène échangeable.

Enfin, aucun des deux sols n'est latéritisé.

Les points essentiels de cette analyse comparée peuvent donc se résumer dans le tableau suivant :

	(Argile + limon) %	M. O. T. °/oo	N °/oo	C/N	P_2O_5 assim. °/oo	K_2O* échangeable °/oo	pH
Belle cacaoyère	74	33,6	2,35	8,3	0,045	0,122	4,8
Moyenne cacaoyère.....	46	18,6	1,47	7,4	0,039	0,108	4,5

2° Sols de la vallée du Bandama.

L'aspect des deux échantillons de sols prélevés dans la vallée du Bandama est tellement différent qu'il semble difficile de pouvoir les comparer. Celui correspondant à la bonne cacaoyère est de couleur brun rouge, tandis que l'autre est jaunâtre, presque entièrement décoloré. Le premier se révèle, à l'analyse, très riche en argile et en hydroxyde de fer, alors que le second contient une forte proportion de sables peu d'argile et très peu d'hydroxyde de fer, d'où la grande divergence dans les caractéristiques de leur complexe absorbant.

Cependant, en faisant abstraction de cette différence de « substrat », on peut retrouver l'influence sur la productivité des sols de certains facteurs chimiques :

La teneur en matière organique totale et en azote du sol de la bonne cacaoyère est beaucoup plus élevée.

Tous les éléments totaux sont en plus fortes proportions.

Il en est de même pour l'acide phosphorique et la potasse assimilable, de même que pour la potasse échangeable.

Le pH se rapproche de la neutralité, tandis qu'il est déjà plutôt acide dans le sol de la « moyenne » cacaoyère.

* On passe de K échangeable exprimé en m. éq. pour 100 g à K_2O échangeable pour mille en multipliant la première donnée par le coefficient 0,471.

TABLEAU I. — *Sols de la zone sableuse*

Eloka, près Bingerville

N° de l'échantillon N° de série générale Profondeur	1 5.333 0-20	2 5.334 50-60	3 5.335 0-20	4 5.336 50-60
Cailloux %	0	0	0	0
Gravier %	0	0	0	0
Terre fine %	100	100	100	100
Humidité %	1,01	1,35	0,96	1,00
Perte au feu % (M. S.)	2,62	2,53	2,86	2,04
Analyse granulaire (% de terre fine séchée à 105°)				
Sable grossier	52,17	62,48	70,82	58,65
Sable fin	33,35	26,04	21,62	29,66
Sable total	85,52	88,52	92,44	88,31
Limon	12,52	9,72	6,50	10,62
Argile	1,96	1,76	1,06	1,07
Complexe organique (‰ de terre fine séchée à l'air)				
Carbone	2,4	1,4	1,9	1,4
Azote	0,67	0,34	0,76	0,38
Rapport C/N	3,5	4,1	2,5	3,6
Matière organique totale	4,1	2,4	3,3	2,4
Eléments totaux solubles dans l'acide nitrique concentré (‰ de terre fine séchée à 105°)				
P_2O_5 (a)	1,09	1,55	0,84	1,89
CaO	1,82	1,96	2,80	2,59
MgO	0,40	0,40	0,60	0,60
K_2O (b)	0,52	0,37	0,34	0,34
Rapport CaO/MgO	4,5	4,9	4,6	4,3
— N/P_2O_5	0,6	0,2	0,9	0,2
Eléments assimilables solubles dans l'acide citrique à 1 % (‰ de terre fine séchée à 105°)				
P_2O_5 (c)	0,207	0,259	0,153	0,329
K_2O (d)	0,049	0,081	0,085	0,048
Solubilité relative de l'acide phosphorique et de la potasse				
P_2O_5 (100 c/a)	18,9	16,7	18,2	17,4
K_2O (100 d/b)	9,4	21,8	25,0	14,1
Acidités				
pH à l'électrode de verres	4,7	5,0	5,3	5,6
Acidité d'échange	0,6	0,8	0,4	0,4
Acidité d'hydrolyse	26,1	22,5	15,9	17,1
Caractéristiques du complexe absorbant (en m. é. pour 100 g de terre)				
Capacité totale d'absorption « T »	4,48	5,44	5,76	3,84
Somme des cations absorbés « S »	2,55	2,74	4,91	2,83
Saturation effective « V » = 100 S/T	56,9	50,3	85,2	73,6
Hydrogène échangeable « H » = T — S	1,93	2,70	0,85	1,01
Cations échangeables (en m. é. pour 100 g de terre séchée à l'air)				
Ca^{++}	1,76	2,44	3,80	2,40
Mg^{++}	0,64	0,08	0,80	0,20
K^+	0,11	0,16	0,18	0,10
Na^+	0,04	0,06	0,13	0,13
Cations échangeables exprimés pour 100 de la valeur « S »				
Ca	69,02	89,05	77,39	84,81
Mg	25,10	2,92	16,29	7,07
K	4,31	5,84	3,67	3,53
Na	1,57	2,19	2,65	4,59
Rapport Ca/Mg	2,7	30,5	4,7	12,0
Rapport Ca/Na	44,0	40,6	29,2	18,4
$\frac{\text{Cations}^{++}}{\text{Cations}^{+}}$	16,0	11,4	14,8	11,3
Détermination des rapports SiO_2/Al_2O_3 et SiO_2/R_2O_3 au réactif de Bayens sur la terre séchée à 105°				
SiO_2 %	3,40	5,00	2,05	3,90
Alumine (Al_2O_3) %	2,48	4,55	1,76	3,18
Fer (Fe_2O_3) %	2,29	2,87	2,00	2,44
Sesquioxydes (R_2O_3) %	4,77	7,42	3,76	5,62
SiO_2 en mé pour 100 g = m	28,40	41,75	17,11	32,56
Al_2O_3 en mé pour 100 g = n	24,30	44,59	17,24	31,16
Silice libre (m — n)	4,10	—	—	1,40
Alumine libre (n — m)	—	2,84	0,13	—
SiO_2 moléculaire	56,81	83,50	34,23	65,13
Al_2O_3 moléculaire	24,30	44,59	17,24	31,16
Fe_2O_3 moléculaire	14,31	17,93	12,50	15,25
R_2O_3 moléculaire	38,61	62,52	29,74	46,41
SiO_2/Al_2O_3	2,33	1,87	1,98	2,09
SiO_2/R_2O_3	1,47	1,33	1,15	1,40

TABLEAU II. — *Sols de la zone granitique*

Région de Gagnoa

N° de l'échantillon	1	2	1	2	1	2	1	2
N° de série générale	5.373	5.374	5.375	5.376	5.377	5.378	5.377	5.380
Profondeur	sol	sous-sol	sol	sous-sol	sol	sous-sol	sol	sous-sol
Cailloux %	0	22,7	20,5	18,4	7,1	0	0	0
Graviers %	0	5,9	11,8	16,9	10,9	17,9	0	0
Terre fine %	100	71,4	67,7	64,7	82,0	82,1	100	100
Humidité %	1,3	1,5	1,5	1,8	1,3	1,5	2,2	1,8
Perte au feu % (M. S.)	5,8	5,4	7,2	8,9	6,7	9,7	9,1	7,5
Analyse granulaire (% de terre fine séchée à 105°)								
Sable grossier	36,09	36,60	47,37	38,74	50,88	40,32	28,53	30,00
Sable fin	34,02	22,74	23,76	12,41	29,17	23,31	27,48	22,89
Sable total	70,29	59,34	71,13	51,15	80,05	63,63	56,01	52,89
Limon	11,45	6,30	26,06	7,18	7,21	3,98	42,00	7,00
Argile	18,26	34,36	2,81	41,67	12,74	32,39	1,99	40,11
Complexe organique (‰ de terre fine séchée à l'air)								
Carbone	13,3	4,1	19,8	7,7	11,2	5,0	20,6	7,4
Azote	1,51	0,59	1,89	0,84	1,22	0,50	2,18	0,88
Rapport C/N	8,8	6,9	10,5	9,2	9,2	10,0	9,4	8,4
Matière organique totale	22,9	7,1	34,1	13,3	19,3	8,6	35,5	12,7
Eléments totaux solubles dans l'acide nitrique concentré (‰ de terre fine séchée à 105°)								
P_2O_5 (a)	0,81	0,43	0,35	0,46	1,17	0,46	0,95	0,47
CaO	3,11	1,34	1,84	1,00	11,31	1,27	4,28	1,64
MgO	0,66	0,92	0,82	0,56	1,37	0,40	1,13	0,98
K_2O (b)	0,51	0,49	0,37	0,38	0,48	0,23	0,59	0,34
Rapport CaO/MgO	4,7	1,4	2,2	1,8	8,2	3,2	3,8	1,7
— N/P_2O_5	1,9	1,4	5,4	1,8	1,0	1,1	2,3	1,9
Eléments assimilables solubles dans l'acide citrique à 1 % (‰ de terre fine séchée à 105°)								
P_2O_5 (c)	0,049	0,023	0,022	0,006	0,507	0,006	0,100	0,008
K_2O (d)	0,012	0,058	0,086	0,046	0,200	0,045	0,169	0,075
Solubilité relative de l'acide phosphorique et de la potasse								
P_2O_5 (100 c/a)	6,0	5,3	6,3	1,3	41,6	1,3	10,5	1,7
K_2O (100 d/b)	2,3	11,8	23,2	12,1	41,6	19,6	28,6	22,0
Acidités								
pH à l'électrode de verre	7,2	7,4	6,4	5,5	8,0	7,0	7,9	7,6
Acidité d'échange	0,10	n. d.	n. d.	n. d.	0,20	0,15	0,15	0,10
Acidité d'hydrolyse	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Caractéristiques du complexe absorbant (en m. é. p. 100 g de terre)								
Capacité totale d'absorption « T »	10,70	10,20	10,04	8,10	20,40	10,60	18,12	13,00
Somme des cations absorbés « S »	10,06	4,82	6,89	3,71	18,95	5,00	15,83	6.21
Saturation effective « V » = 100 S/T	96,8	47,7	68,6	45,8	92,9	47,1	87,4	47,7
Hydrogène échangeable « H » = T — S	0,64	5,38	3,15	4,39	1,45	5,60	2,29	6,79
Cations échangeables (en m. é. p. 100 g de terre séchée à l'air)								
Ca^{++}	9,12	3,88	5,12	2,64	17,28	3,64	12,28	4,36
Mg^{++}	0,60	0,60	1,40	0,76	1,08	1,00	2,84	1,52
K^+	0,21	0,17	0,23	0,17	0,14	0,13	0,55	0,22
Na^+	0,13	0,17	0,14	0,14	0,45	0,23	0,16	0,11
Cations échangeables exprimés en % de la valeur « S »								
Ca	90,65	80,51	74,30	71,16	91,21	72,80	77,59	70,20
Mg	5,97	12,45	20,32	20,49	5,69	20,00	17,93	24,18
K	2,09	3,52	3,35	4,58	0,73	2,60	3,47	3,55
Na	1,29	3,52	2,03	3,77	2,37	4,60	1,01	1,77
Rapport Ca/Mg	15,2	6,5	3,7	3,5	16,0	3,6	4,3	2,9
Rapport Ca/Na	70,1	22,8	36,6	18,8	38,4	15,8	76,7	39,6
Rapport $\frac{\text{cations}^{++}}{\text{cations}^{+}}$	28,6	13,2	17,6	10,9	31,1	12,9	21,3	17,8
Détermination des rapports SiO_2/Al_2O_3 et SiO_2/R_2O_3 au réactif de Bayens sur la terre séchée à 105°								
Silice (SiO_2) %	5,00	4,95	9,40	4,10	10,00	10,85	15,75	16,20
Alumine (Al_2O_3) %	9,44	17,44	11,24	24,17	10,37	18,97	15,66	18,59
Fer (Fe_2O_3) %	3,51	6,06	5,11	8,78	6,38	20,40	5,70	5,80
Sesquioxydes (R_2O_3) %	12,95	23,50	16,55	32,95	15,75	39,37	21,36	25,39
SiO_2 en m. é. p. 100 g = m	41,7	41,3	78,4	34,2	83,5	90,5	131,5	135,2
Al_2O_5 en m. é. p. 100 g = n	92,5	170,9	110,1	236,8	101,6	185,9	153,4	182,1
Silice libre (m — n)	—	—	—	—	—	—	—	—
Alumine libre (n — m)	50,8	129,6	31,7	202,6	18,1	95,4	21,9	46,9
SiO_2 moléculaire	83,5	82,6	156,9	68,4	167,0	181,1	263,0	270,5
Al_2O_3 moléculaire	92,5	170,9	110,1	236,8	101,6	185,9	153,4	182,1
Fe_2O_3 moléculaire	21,9	37,8	31,9	54,8	39,8	127,5	35,6	42,5
R_2O_3 moléculaire	114,4	208,7	142,0	291,6	141,4	313,4	189,0	224,6
SiO_2/Al_2O_3	0,90	0,48	1,4	0,28	1,6	0,97	1,7	1,4
SiO_2/R_2O_3	0,72	0,39	1,1	0,23	1,1	0,57	1,3	1,2

Région de Tiassalé

N° de l'échantillon N° de série générale Profondeur	A. 1 5.563 0-20	A. 2 5.364 50-60	B. 3 5.365 sol	B. 4 5.366 sous-sol	C. 5 5.367 0-20	C. 6 5.368 sous-sol	E. 7 5.369 sol	E. 8 5.370 sous-s
Cailloux %	6,2	54,7	12,9	31,3	—	—	—	—
Graviers %	—	3,4	5,2	12,3	—	—	—	—
Terre fine %	93,8	41,9	81,9	56,4	100	100	100	100
Humidité %	8,4	6,8	4,4	5,2	7,4	7,7	1,6	2,4
Perte au feu % (M. S.)	10,9	9,5	6,3	9,8	9,5	6,1	3,2	5,3
Analyse granulaire (% de terre fine séchée à 105°)								
Sable grossier	3,85	20,14	7,96	35,40	4,88	6,88	1,10	0,8
Sable fin	21,88	21,55	45,68	31,48	23,82	15,70	53,73	37,0
Sable total	25,73	41,69	53,64	66,88	28,70	22,58	55,13	37,8
Limon	28,98	20,70	23,52	12,30	26,77	24,85	29,23	31,3
Argile	45,29	37,61	22,84	20,82	44,53	52,27	15,64	30,7
Complexe organique (‰ de terre fine séchée à l'air)								
Carbone	19,5	7,8	10,8	4,8	19,9	7,2	7,9	4,4
Azote	2,35	1,13	1,47	0,63	2,23	0,92	0,84	0,5
Rapport C/N	8,3	6,9	7,4	7,6	8,9	7,8	9,4	8,0
Matière organique totale	33,6	13,4	18,6	8,3	34,3	12,4	13,6	7,6
Eléments totaux solubles dans l'acide nitrique concentré (‰ de terre fine séchée à 105°)								
P_2O_5 (a)	0,69	0,49	0,55	0,48	0,88	0,45	0,66	0,4
CaO	10,83	6,22	6,76	2,87	4,23	1,89	1,14	0,7
MgO	8,51	4,69	10,11	5,61	7,62	4,73	1,85	2,7
K_2O (b)	0,49	0,34	1,11	0,41	0,64	0,27	0,52	0,5
Rapport CaO/MgO	11,3	1,3	0,66	0,51	0,55	0,40	0,62	0,2
— N/P_2O_5	3,4	2,3	2,7	1,3	2,6	2,0	1,3	1,5
Eléments assimilables solubles dans l'acide citrique à 1 % (‰ de terre fine séchée à 105°)								
P_2O_5 (c)	0,045	0,031	0,039	0,035	0,049	0,024	0,042	0,0
K_2O (d)	0,021	0,054	0,081	0,052	0,060	0,035	0,057	0,0
Solubilité relative de l'acide phosphorique et de la potasse								
P_2O_5 (100 c/a)	6,5	6,3	7,1	7,3	5,6	5,3	6,4	4,5
K_2O (100 d/b)	4,3	15,9	7,3	12,7	9,4	12,9	11,0	9,2
Acidités								
pH à l'électrode de verre	4,8	4,3	4,5	4,1	6,7	4,3	5,9	5,4
Acidité d'échange	0,45	n. d.	0,20	0,20	0,15	0,20	0,60	15,0
Acidité d'hydrolyse	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n.
Caractéristiques du complexe absorbant (en m. é. p. 100 g de terre)								
Capacité totale d'absorption « T »	37,20	21,00	22,96	17,60	23,60	19,00	10,20	8,6
Somme des cations absorbés « S »	35,25	10,60	19,90	12,51	17,72	9,08	4,91	4,0
Saturation effective « V » = 100 S/T	95,3	50,4	86,6	71,1	75,1	47,8	48,1	46,9
Hydrogène échangeable « H » = T — S	1,95	10,40	3,06	5,09	5,88	9,92	5,29	4,6
Cations échangeables (en m. é. p. 100 g de terre séchée à l'air)								
Ca^{++}	26,84	7,56	13,44	6,56	11,84	5,24	3,12	1,9
Mg^{++}	7,92	2,72	6,00	4,88	5,36	3,48	1,40	1,6
K^+	0,26	0,17	0,25	0,18	0,36	0,16	0,18	0,1
Na^+	0,23	0,15	0,21	0,89	0,16	0,20	0,21	0,3
Cations échangeables exprimés en % de la valeur « S »								
Ca	76,14	71,33	67,54	52,45	66,80	57,71	63,54	48,1
Mg	22,47	25,66	30,15	39,01	30,25	38,33	28,51	39,2
K	0,74	1,69	1,26	1,43	2,04	1,76	3,67	3,6
Na	0,65	1,41	1,05	7,11	0,91	2,20	4,28	8,9
Rapport Ca/Mg	3,4	2,8	2,2	1,3	2,2	1,5	2,2	1,2
Rapport Ca/Na	116,6	50,4	64,0	7,7	74,0	26,2	14,8	5,4
Rapport $\frac{\text{cations}^{++}}{\text{cations}^{+}}$	70,9	32,1	42,3	10,6	33,1	24,2	9,0	7,0
Détermination des rapports SiO_2/Al_2O_3 et SiO_2/R_2O_3 au réactif de Bayens sur la terre séchée à 105°								
Silice (SiO_2) %	29,80	25,95	17,90	20,80	18,15	21,20	11,00	17,2
Alumine (Al_2O_3) %	16,37	17,45	9,72	17,79	13,24	16,13	6,17	12,5
Fer (Fe_2O_3) %	12,13	19,00	7,98	25,06	13,41	15,32	3,03	5,5
Sesquioxydes (R_2O_3) %	28,50	36,45	17,70	42,85	26,65	31,45	9,20	18,1
SiO_2 en m. é. p. 100 g = m	248,8	216,8	149,4	173,6	151,5	177,0	91,8	143,6
Al_2O_3 en m. é. p. 100 g = n	160,4	171,0	95,2	174,3	129,7	158,0	60,4	122,6
Silice libre (m — n)	88,4	45,8	54,2	—	21,8	19,0	31,4	21,0
Alumine libre (n — m)	—	—	—	0,7	—	—		
SiO_2 moléculaire	497,6	433,6	298,9	347,3	303,1	354,0	183,7	287,2
Al_2O_3 moléculaire	160,4	171,0	95,2	174,3	129,7	158,0	60,4	122,6
Fe_2O_3 moléculaire	75,8	118,7	49,8	156,6	83,8	95,7	18,9	31,8
R_2O_3 moléculaire	236,2	289,7	145,0	330,9	213,5	253,7	79,3	157,4
SiO_2/Al_2O_3	3,1	2,5	3,1	1,9	2,3	2,2	3,0	2,3
SiO_2/R_2O_3	2,1	1,4	2,0	1,0	1,4	1,3	2,3	1,8

	Région d'Abengourou				Région de M'Bahiakro	
N° de l'échantillon	2	1	4	3	1	2
N° de série générale	5.360	5.359	5.362	5.361	5.371	5.372
Profondeur	sol	sous-sol	sol	sous-sol	0-20	20-60
Cailloux %	0	0	0	0	6,5	0
Graviers %	0	0	0	0	0	0
Terre fine %	100	100	100	100	93,5	100
Humidité %	2,53	3,67	5,00	4,44	1,7	1,7
Perte au feu % (M. S.)	4,24	4,89	7,65	7,91	5,3	4,8
Analyse granulaire (% de terre fine séchée à 105°)						
Sable grossier	16,39	11,86	17,96	23,69	10,32	9,31
Sable fin	31,61	21,14	30,89	18,85	33,22	26,39
Sable total	48,00	33,00	48,85	42,54	43,54	35,70
Limon	19,24	21,82	13,38	10,29	34,37	32,83
Argile	32,76	45,18	37,77	47,17	22,09	31,47
Complexe organique (‰ de terre fine séchée à l'air)						
Carbone	1,4	0,5	8,2	4,3	12,4	6,6
Azote	0,76	0,50	1,51	0,55	1,22	0,63
Rapport C/N	1,8	1,0	5,4	7,8	10,2	10,5
Matière organique totale	2,4	0,9	14,1	7,4	21,4	11,4
Eléments totaux solubles dans l'acide nitrique concentrée (‰ de terre fine séchée à 105°)						
P_2O_5 (a)	0,47	0,34	1,05	0,83	0,80	0,69
CaO	2,31	2,73	9,17	3,99	3,28	1,07
MgO	0,80	0,80	1,51	0,90	0,98	0,83
K_2O (b)	0,52	0,73	0,55	0,55	0,70	0,62
Rapport CaO/MgO	2,8	3,4	6,0	4,4	3,3	1,3
— $N/P_2/O_5$	1,6	1,4	1,4	0,6	1,5	0,9
Eléments assimilables solubles dans l'acide citrique à 1 % (‰ de terre fine séchée à 105°)						
P_2O_5 (c)	0,048	0,045	0,196	0,062	0,052	0,013
K_2O (d)	0,093	0,092	0,132	0,119	0,065	0,052
Solubilité relative de l'acide phosphorique et de la potasse						
P_2O_5 (100 c/a)	10,2	13,2	18,6	7,4	6,5	1,9
K_2O (100 d/b)	17,8	12,6	24,0	21,6	9,3	8,4
Acidités						
pH à l'électrode de verre	5,1	4,2	7,1	6,4	7,2	5,9
Acidité d'échange	0,7	4,0	0,7	0,3	0,15	0,20
Acidité d'hydrolyse	22,1	50,4	2,45	8,4	n. d.	n. d.
Caractéristiques du complexe absorbant (en m. é. p. 100 g de terre)						
Capacité totale d'absorption « T »	8,64	20,30	21,68	10,88	15,66	9,82
Somme des cations absorbés « S »	4,54	2,88	21,07	9,57	9,96	6,16
Saturation effective « V » = 100 S/T	52,5	14,1	97,1	87,9	63,6	62,7
Hydrogène échangeable « H » = T — S	4,10	17,42	0,61	1,31	6,30	3,66
Cations échangeables (en m. é. p. 100 g de terre séchée à l'air)						
Ca^{++}	2,84	1,64	18,40	7,60	7,92	3,20
Mg^{++}	1,40	0,96	2,20	1,60	1,60	2,52
K^+	0,18	0,18	0,26	0,23	0,21	0,20
Na^+	0,12	0,10	0,21	0,14	0,23	0,24
Cations échangeables exprimés en % de la valeur « S »						
Ca	62,55	56,95	87,45	79,42	79,52	51,94
Mg	30,84	33,33	10,47	16,72	16,06	40,91
K	3,97	6,25	1,09	2,40	2,11	3,25
Na	2,64	3,47	0,99	1,45	2,31	3,90
Rapport Ca/Mg	2,0	1,7	8,3	4,7	4,9	1,3
Rapport Ca/Na	23,6	16,4	87,6	54,2	34,4	13,3
Rapport $\frac{\text{cations}^{++}}{\text{cations}^{+}}$	14,1	9,2	43,8	24,8	21,6	13,0
Détermination des rapports SiO_2/Al_2O_3 et SiO_2/R_2O_3 au réactif de Bayens sur la terre séchée à 105°						
Silice (SiO_2) %	13,00	16,20	19,30	25,40	9,80	12,95
Alumine (Al_2O_3) %	12,07	16,39	13,13	28,38	8,95	12,21
Fer (Fe_2O_3) %	5,03	6,10	8,26	12,21	3,35	4,79
Sesquioxydes (R_2O_3) %	17,10	22,49	21,39	40,59	12,30	17,00
SiO_2 en m. é. p. 100 g = m	108,5	135,2	161,0	212,0	81,8	108,1
Al_2O_3 en m. é. p. 100 g = n	118,2	160,6	128,6	278,1	87,7	119,6
Silice libre (m — n)	—	—	32,4	—	—	—
Alumine libre (n — m)	9,7	25,4	—	66,1	5,9	11,5
SiO_2 moléculaire	217,1	270,5	322,1	424,1	163,6	216,2
Al_2O_3 moléculaire	118,2	160,6	128,6	278,1	87,7	119,6
Fe_2O_3 moléculaire	31,4	38,1	51,6	76,3	20,9	29,9
R_2O_3 moléculaire	149,6	198,7	180,2	354,4	108,6	149,5
SiO_2/Al_2O_3	1,83	1,68	2,50	1,52	1,8	1,8
SiO_2/R_2O_3	1,45	1,36	1,78	1,19	1,5	1,4

Ces constatations ressortent mieux au tableau suivant :

	Argile %	Matière organique totale °/oo	N °/oo	P_2O_5 assim. °/oo	K_2O assim. °/oo	K_2O échangeable °/oo	pH
Bonne cacaoyère	44,5	34,3	2,23	0,049	0,060	0,168	6,7
Moyenne cacaoyère	15,6	13,6	0,84	0,042	0,057	0,084	5,9

c) Sols de la région de M' Bahiakro.

L'analyse n'ayant porté que sur un seul échantillon prélevé dans une belle cacaoyère, les résultats obtenus ne pourront être utilisés que pour essayer de dégager de l'ensemble des résultats les exigences et les tolérances du cacaoyer en Côte d'Ivoire.

RÉSUMÉ. — *Malgré de grandes divergences dans les résultats, on peut tirer les conclusions suivantes de ces analyses :*

1°) *A condition que le cacaoyer trouve dans le sol les qualités d'aération et de drainage dont il a besoin, il peut aussi bien s'accommoder des sols sableux que des sols argileux, ou même très argileux, plus lourds.*

2°) *D'une façon générale, l'horizon de surface doit être riche en matière organique totale.*

3°) *Dès que la teneur en azote est inférieure à 1,5 °/oo, le rendement est moins bon.*

4°) *A un rapport C/N élevé correspondent toujours les bonnes plantations.*

5°) *Les « bons » sols contiennent tous davantage d'acide phosphorique assimilable, mais la teneur en cet élément reste faible pour tous les sols étudiés, à l'exception de ceux de la zone sableuse, qui ont pu recevoir des apports de phosphates.*

6°) *La même observation est valable en ce qui concerne la potasse assimilable, quoique son influence semble moins marquée.*

7°) *Il semble qu'une teneur en potasse échangeable inférieure à 0,1 °/oo constitue le seuil minimum au-dessous duquel la déficience se fait sentir.*

8°) *Bien que le cacaoyer fasse montre d'une grande tolérance vis-à-vis de la réaction du sol, il s'accommode mieux d'un pH neutre ou légèrement acide, et le déplacement de la réaction vers l'acidité va de pair avec une diminution de la teneur en potasse échangeable. Le pH élevé est également le signe d'une plus grande richesse du sol en bases échangeables totales, et la limite inférieure de cette caractéristique semblerait être de 4,5 m. é. p. 100 g pour les « bons » sols à cacaoyers. (Au Congo Belge,* Baeyens *l'évalue à 5 m. é. p. 100 g).*

Si l'on se rapporte aux études qui ont déjà été faites par F. Hardy *pour les sols à cacaoyers de la Trinité et du Gold Coast, on s'aperçoit que les conclusions énoncées ci-dessus pour les sols à cacaoyers de la Côte d'Ivoire sont très proches de celles indiquées par cet auteur.*

SUMMARY. — *Although the considerable differences between the results, the above mentioned soil analysis may lead to the following conclusions :*

1° *Provided the cocoa tree finds in the soil the aeration and drainage it requires, it will thrive just as well in sandy soils as in clay soils, and even in rather heavy clay soils.*

2° *As a rule, the surface layer should be rich in total organic matter.*

3° *Whenever the nitrogen content is lower than 1,5 °/oo the yield obtained is not so high.*

4° *A high C/N ratio always corresponds to successfull plantations.*

5° *Adequate soils are all endowed with high quantities of available phosphoric acid. However, except for the sandy soils which get some phosphate, the soils under investigation have a low percentage of P_2O_5.*

6° *The same applies to available potash, although its effect is of smaller importance.*

7° *It appears that as soon as the potash percentage is inferior to 0,1 °/oo, the lack of this element begins to be noticeable.*

8° *Although the cocoa tree shows great resilience in presence of the soils reaction, it thrives better in a neutral or slightly acid pH and an increase of acidity always indicates a diminution of*

the exchangeable potash content. A high pH also means a greater quantity of exchangeable total bases. It seems that the lowest limit of this feature lays about 4,5 m. é. p. 100 g for adequate cocoa soils. In Belgian Congo, Baeyens *appraises it at 5 m. é. p. 100 g. If one refers to the investigations carried out by* F. Hardy *on Trinidad and Gold Coast cocoa soils, one may observe that the conclusions given by the Author for cocoa soils in the Ivory Coast are much the same as those given by* Hardy.

RESUMEN. — *A pesar de las divergencias entre los resultados, las analisis de suelos permiten las siguientes conclusiones :*

1º *Con tal quel el cacao encuentra en el suelo la aeracion y el drenage que el necesita, este arbol se acomodara con suelos arenosos tambien como de suelos arcillosos y hasta arcillosos de mas peso.*

2º *De manera general, la capa surperficial tiene que ser rica en materia organica total.*

3º *Cuando el porcentage en nitrogeno queda inferior a 1,5 °/₀₀ el rendimiento obtenido no es tan alto.*

4º *Cuando la relacion C/N es alta las plantaciones son buenas.*

5º *Los suelos adecuados tienen todos cantidades mas altas de acido fosforico asimilable, pero el porcentage de esto elemento queda bajo en los suelos analisados por el Autor. Solo hacen excepcion los suelos en la zona arenosa adonde estos reciben aplicaciones de fosfatos.*

6º *Se puede decir lo mismo de la potasa asimilable aun que su influencia sea de importancia menor.*

7º *Parece que cuando el tenor en potasa cambiable es inferior a 0,1 °/₀₀, la deficiencia de esto elemento empieza a ser sensible.*

8º *A pesar de que el cacao presenta una gran tolerancia enfrente de la reaccion del suelo, este arbol prefiera a un pH neutro o poco acido. Ademas un pH bajo es concomitente con uno diminucion de tenor en potasa cambiable. Un pH alto indica tambien une gran riqueza del suelo en bases cambiables totales y el limite de esta caracteristica parece ser de 4,5 m. é. p. 100 g en los suelos adecuados por el cacao. (En el Congo Belgo,* Bayens *lo estima a 5 m. é. p. 100 g). Se uno consulta las investigaciones llevadas a cabo por* F. Hardy *en los suelos de Trinidad y del Gold Coast uno puede darse cuenta que las conclusiones del Autor por suelos de la Costa de Marfil son muy cercanas de las indicadas por* F. Hardy.

Pour augmenter le rendement
EN VIANDE — EN LAIT — EN LAINE

les BRIQUETTES COMPOSÉES
des SALINS DU MIDI
apporteront à vos troupeaux
LE SEL DE MER

Compléter les rations en éléments minéraux..

les phosphates, le calcium, le magnésium, le soufre, le fer et tous les principaux oligo-éléments (iode, cobalt, manganèse)

une faible dépense
SERA SOURCE
DE GROS PROFITS

... avec la "Briquette Composée"

DOCUMENTATION :
68, Cours Gambetta
MONTPELLIER

APERÇU SUR LES PROBLÈMES AGRONOMIQUES

par **L. BURLE**

Ingénieur principal des services de l'agriculture de la France d'outre mer

C'est seulement après la deuxième guerre mondiale que, devant les difficultés nouvelles rencontrées dans les Territoires d'outremer pour accroître la production agricole et lui assurer un développement correspondant à la nouvelle évolution sociale, furent crées en Côte d'Ivoire, puis au Cameroun, des organismes de recherches agronomiques concernant la culture cacaoyère.

Nous abordions donc ces problèmes avec un retard notable sur nos voisins anglais, la Station de Tafo, en Gold Coast, fonctionnait depuis 1935-36, tandis qu'à la Trinidad, les premières recherches dataient de 1931.

Il s'ensuit que les résultats, que nous avons pu obtenir, ne sont encore que fragmentaires et, le plus souvent, ne peuvent pas être comparés avec ceux des territoires anglais qui disposent, par ailleurs, de moyens plus puissants que les nôtres et d'une organisation plus centralisée donc plus efficiente.

Les principaux problèmes étudiés jusqu'ici, tant en Côte d'Ivoire qu'au Cameroun, se rapportent surtout à la sélection de variétés hautes productrices et à l'amélioration des techniques de multiplication végétative et de culture. Les questions de fumures minérales et organiques ne commencent qu'à peine à être effleurées et ne présentent pas d'urgence dans des Territoires, où la culture du cacaoyer est pratiquement uniquement entre les mains des indigènes, qui considèrent le cacao comme un produit de cueillette.

Nous allons donc examiner successivement chacun de ces problèmes dans le cours de cet article, en indiquant les résultats déjà obtenus et en précisant l'orientation actuelle des recherches en fonction de ces derniers.

LA SÉLECTION

Le matériel botanique local est assez restreint, et, en Côte d'Ivoire en particulier, la plupart des cacaoyers sont du type appelé par Cheesman « Forastero amazonien », correspondant à des arbres rustiques, ayant une bonne productivité mais donnant un cacao de qualité moyenne, nettement inférieur à celle des Criollo sud américains.

Il en est de même au Cameroun avec toutefois, dans ce pays, un nombre assez grand d'arbres appartenant au type Trinitario, c'est-à-dire hybrides entre Forastero et Criollo, introduits par les Allemands avant la guerre de 1914. Il s'agit là de pieds particulièrement intéressants au point de vue sélection, car ils associent les caractères de productivité et de qualité. Etant hybrides, ils ont toutefois l'inconvénient de présenter une ségrégation facile ce qui oblige à les multiplier par voie végétative.

Le premier travail de sélection dès la création des organismes de recherches a donc été d'effectuer une **prospection des différentes régions productrices,** tant en Côte d'Ivoire qu'au Cameroun, afin de rechercher les cacaoyers hauts producteurs destinés à servir de matériel de base aux opérations ultérieures.

Pour le choix de ces arbres, l'on a tenu compte à la fois des qualités de productivité, de vigueur du plant, de résistance apparente aux attaques parasitaires, des caractères des cabosses et des fèves : (poids, dimensions, couleur, forme), ainsi que de l'âge des plantations, de la valeur du sol et de l'aspect des arbres voisins.

En Côte d'Ivoire plus particulièrement le mode de cotation était le suivant lors des premières prospections :

1) Circonférence du tronc à 30 cm au-dessus du sol	Nombre minimum de cabosses que doit porter l'arbre pour être retenu
40 cm	53
50 —	67
60 —	72
62 —	87
71 —	96
80 —	105

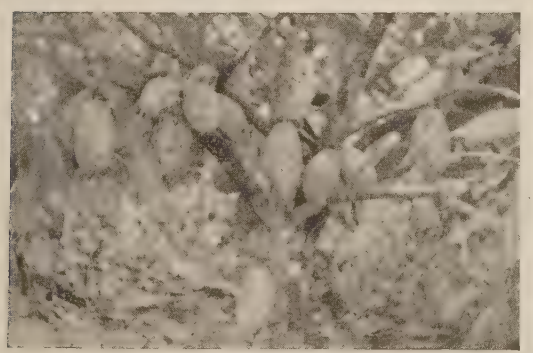
2) Correction à apporter au classement suivant le nombre de cabosses. Chaque cabosse équivalant à 1 point, le chiffre correspondant à la production de l'arbre est corrigé en utilisant le barème suivant qui tient compte des différents facteurs agissant sur la production :

Conditions écologiques :	mauvaises	+30 %
	médiocres	+20 %
	moyennes	0
	favorables	—20 %
	bonnes	—30 %
Age :	moins de dix ans	+50 %
	— de quinze ans	+25 %
	— de trente ans	0
	plus de trente ans	+20 %
Poids des cabosses :	600 grammes	+30 %
	550 —	+20 %
	500 —	+10 %
	450 —	0
	400 —	—10 %
	350 —	—20 %
	300 —	—30 %
Epaisseur du cortex :	0,8 mm	+10 %
	0,9 —	+ 7,5 %
	1 —	+ 5
	1,1 —	+ 2,5 %
	1,2 —	0
	1,3 —	— 2,5 %
	1,4 —	— 5 %
	1,5 —	— 7,5 %
	1,6 —	—10 %
Régularité de production :		
	moins de 2 % de variation	+20 %
	— de 5 % —	+15 %
	— de 10 % —	+10 %
	— de 25 % —	+ 5 %
	— de 30 % —	0
	— de 35 % —	— 5
	— de 45 % —	—10 %
	— de 75 % —	—15 %
	plus de 75 % —	—20 %

Groupement des cabosses sur les branches et le tronc :

Cabosses aux extrémités des branches	de — 10 % à —5 %
Répartition égale	0
Cabosses sur le tronc et les grosses branches	de + 5 % à +10 %

A l'heure actuelle ce mode de cotation a été légèrement modifié pour tenir compte du poids moyen d'une fève fraîche et du nombre de cabosses nécessaires pour l'obtention d'un kilogramme de cacao marchand. Ce dernier point est en effet pratiquement le plus important avec le nombre total de cabosses portées par l'arbre, car c'est lui qui conditionne le rendement de la cacaoyère.



Cliche : L. BURLE

Jeune cacaoyer sélectionné.

Entre 1946 et 1950, ont été ainsi retenus environ deux cents arbres, dont la production a oscillé, durant les années d'observations, entre deux cent cinquante et cent cinquante cabosses, ce qui correspond à une production de cacao sec par hectare de 4 tonnes environ. Si l'on tient compte des multiples facteurs qui en grande culture peuvent abaisser le rendement moyen, l'on devrait cependant facilement obtenir 2 tonnes de cacao marchand à l'hectare, au lieu de la tonne observée à l'heure actuelle dans les belles plantations de Côte d'Ivoire et des 450 kg de rendement moyen pour tout le territoire.

Un travail identique a été réalisé au Cameroun et a permis de choisir environ trois cents pieds bons producteurs au cours des années 1949-1950.

Dans les deux territoires, l'on a constitué, à partir des **descendances illégitimes de ces arbres repérés,** des carrés de collection situés à la station même de recherches, ce moyen étant le seul, qui permette d'effectuer sur les arbres toutes les observations multiples que nécessite le travail de sélection.

Les observations effectuées sur ces descendances portent sur : la précocité, la vigueur (hauteur, diamètre), la résistance apparente aux maladies (pourriture des cabosses, swollen shoot, etc.), et les caractéristiques des cabosses et des fèves (taille, couleur, forme, nombre, poids).

Les renseignements sont portés sur des fiches perforées permettant l'analyse rapide des résultats.

C'est parmi ces arbres plantés dans les carrés de collection, qu'ont été choisis les **pieds mères** destinés à fournir le matériel végétal à distribuer aux planteurs.

Trente cacaoyers ont été ainsi sélectionnés au Cameroun et vingt en Côte d'Ivoire, dont certains proviennent déjà d'une sélection parmi les descendances des premiers arbres repérés.

Une fois les pieds mères choisis, les méthodes de travail diffèrent un peu suivant les territoires. Alors qu'au Cameroun l'on a décidé de multiplier par voie végétative les arbres pieds mères et de distribuer des boutures aux planteurs, suivant en cela le principe adopté en Amérique du Sud et Centrale ; en Côte d'Ivoire l'on s'est orienté vers l'obtention de semences sélectionnées, bien que leur obtention se heurte à des problèmes beaucoup plus délicats à résoudre que la multiplication par voie végétative des arbres hauts producteurs.

Le premier procédé présente l'avantage d'être rapide, puisqu'après quatre à cinq années d'observations il suffit de bouturer les arbres retenus et de distribuer les boutures sur une grande échelle. Toutefois, étant donné le milieu humain africain et la lenteur avec laquelle il évolue, il semble difficile de modifier aussi radicalement les méthodes de plantation coutumières qui consistent en la création de cacaoyères par semis direct. C'est pour ces raisons que nous avons adopté en Côte d'Ivoire le principe de la sélection généalogique, bien que cette méthode présente l'inconvénient d'être longue puisqu'il faut près de douze ans pour avoir les premiers résultats sur la F4. Pour pallier à cet inconvénient, nous avons donc de front, en Côte d'Ivoire, une sélection généalogique et une sélection massale, afin de distribuer le plus rapidement possible aux planteurs des cabosses provenant de bons producteurs, tandis que nous mettions aussi au point les procédés de multiplication végétative, afin d'être prêt à utiliser cette méthode pour la régénération des cacaoyères appartenant aux planteurs les plus évolués.

Nous réservant de parler plus longuement, dans un autre chapitre, de la multiplication végétative, nous allons examiner brièvement les résultats des **travaux de sélection effectués en Côte d'Ivoire** depuis 1947.

Pour la distribution de cabosses de sélection massale, 4 hectares, isolés les uns des autres, ont été plantés à la Station d'Abengourou avec des fèves issues de fécondation libre des pieds mères 45, 53, 55 et 17.

Ces pieds mères avaient produit en moyenne depuis cinq ans :

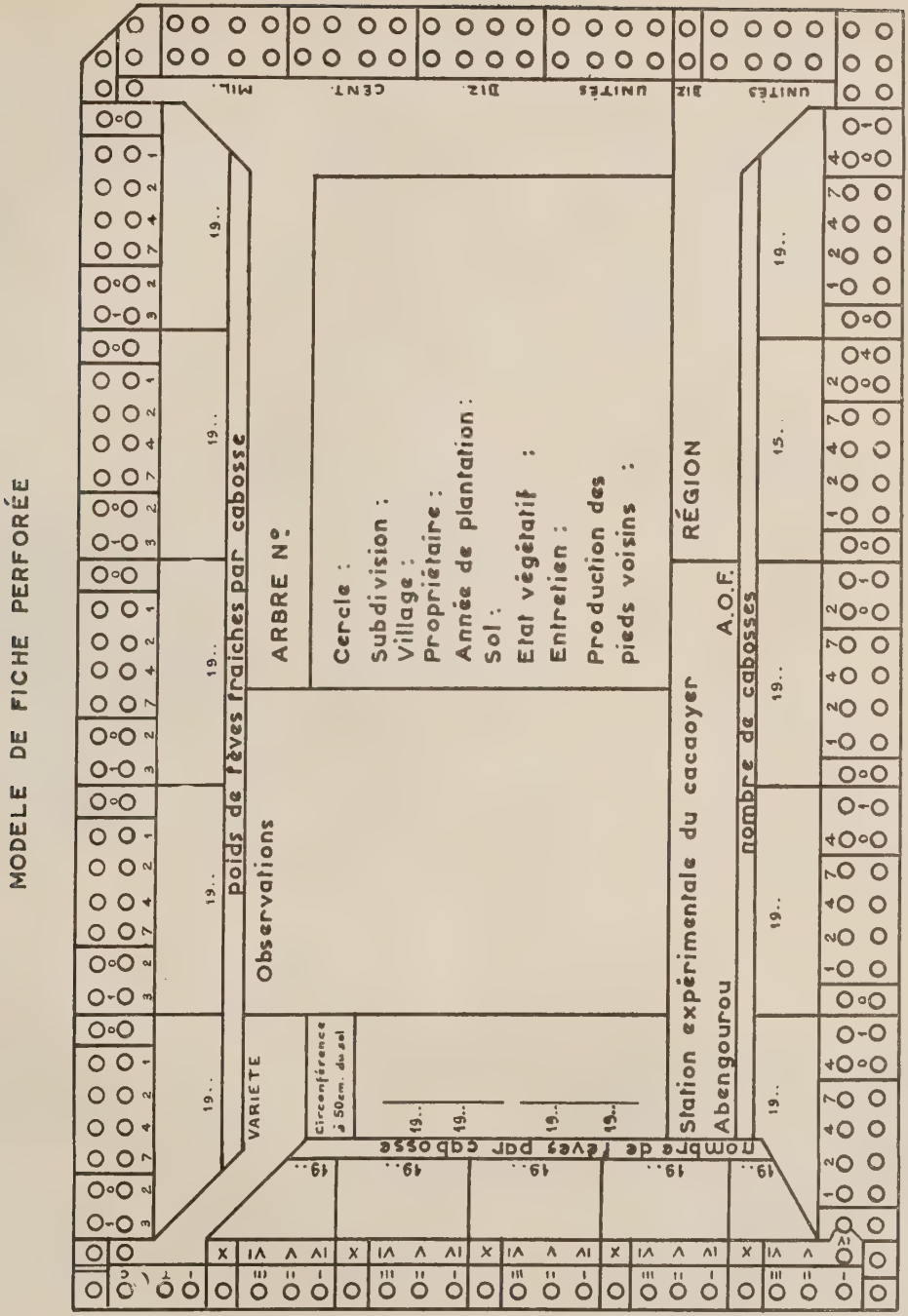
P. M. 45 (Abengourou)	167	cabosses	de 350 g par an
P. M. 53 (Bongouanou)	143	—	de 450 g —
P. M. 55 (Bongouanou)	150	—	de 420 g —
P. M. 17 (Niablé)	100	—	de 400 g —

Les descendances de ces pieds mères ont commencé à produire en 1953-54, mais les premières distributions de semences ne pourront avoir lieu que dans deux à trois ans. Nous pouvons alors espérer pouvoir distribuer environ deux cent mille cabosses, ce qui représente de quoi replanter chaque année près de 7.000 hectares. Dès à présent, nous avons commencé à répartir parmi les planteurs les cabosses provenant des meilleurs plants de nos carrés de collections.

Il ne s'agit là que de distributions de peu d'importance et, pourrait-on dire, symboliques mais nous devrions dans les années à venir accroître régulièrement leur importance.

Jusqu'ici elles ont été les suivantes :

1950-51	1.069	cabosses
1951-52	2.644	—
1952-53	4.703	—
1953-54	6.341	—



Nous avons choisi, en 1953, les onze meilleurs producteurs de nos carrés de collections, et nous avons planté de nouvelles parcelles avec leur descendance illégitime, ceci représentant le second stade de sélection massale. En outre, nous avons commencé la réalisation de clones par bouturage et greffage, avec ces onze pieds afin de réaliser des essais comparatifs dans différents centres de Côte d'Ivoire.

Nous indiquons dans le tableau ci-dessous la production de ces arbres depuis 1950-51, exprimée en poids de fève fraîche par arbre.

Numéro du pied	Production (kg)				Production totale (kg)	Moyenne annuelle (kg)
	1950-51	1951-52	1952-53	1953-54		
183	—	4,876	3,027	5,000	12,903	3,225
23	0,262	5,820	3,496	2,734	12,312	3,078
247	—	3,030	3,271	4,712	11,013	2,753
56	0,590	4,650	1,188	3,099	9,527	2,381
9	0,348	4,000	3,616	1,294	9,258	2,314
263	—	1,922	5,439	1,675	9,036	2,259
88	1,042	2,150	3,800	1,436	8,428	2,107
181	—	1,674	1,820	4,888	8,382	2,095
85	0,272	0,855	4,460	2,533	8,120	2,030
228	—	—	2,610	5,476	8,086	2,021
14	0,192	2,325	3,696	1,790	8,003	2,000

Compte tenu du fait que ces arbres sont encore jeunes et ont été plantés dans des terrains d'assez médiocre qualité, nous devrions facilement obtenir avec ces cacaoyers des rendements moyens de 2 à 3 tonnes à l'hectare.

Dans le cadre de la sélection généalogique nous avons fait porter nos efforts sur dix huit pieds mères, dont la descendance autofécondée a été plantée soit à Bingerville dans la zone côtière, soit à Abengourou. Nous avons plus particulièrement en observation dans cette dernière Station des descendances des pieds mères : 45-53-55-76-77-170, qui avaient produit en moyenne respectivement cent soixante sept, cent quarante trois, cent cinquante, cent trente cinq, cent quatre vingts et deux cent vingt cabosses. Le pied mère 170 est particulièrement intéressant par suite du nombre élevé de cabosses qu'il porte chaque année (chiffre maximum trois cents) et de la grosseur des fèves qui atteignent 2,4 g.

Aucun problème d'auto-incompatibilité ne s'est posé lors des autofécondations, ce qui est d'ailleurs normal puisque nous travaillons sur du Forastero amazonien et non sur du Trinitario ou du Criollo, où ce phénomène est malheureusement très fréquent.

Cliché : L. Burle

Isolement d'une fleur de cacaoyer.

La méthode d'**autofécondation** employée est très simple, et est conditionnée par la disposition des pièces florales, que nous allons rappeler brièvement ici, et qui rend la plante strictement entomophile.

La fleur, attachée directement aux troncs ou aux branches, comprend cinq sépales rosées et cinq pétales de forme particulière avec une partie basale en forme de capuchon et une partie terminale en languette. Les cinq étamines sont recourbées et ont leurs anthères situées dans la partie basale des pétales, donc entièrement isolées du stigmate, cinq staminodes viennent en plus faire écran protecteur entre les deux. L'auto et l'hétérofécondation artificielle s'effectue comme suit :

Cliché : L. Burle

Fécondation artificielle.

Au jour 1) l'on isole au moyen d'un tube protecteur recouvert de gaze un bouton floral arrivé au stade terminal, c'est-à-dire qui s'ouvrira le lendemain, ce qui est assez facile à voir : la ligne de suture des sépales commençant à brunir.

Au jour 2) l'on enlève le tube protecteur, et, avec des brucelles fines, l'on saisit une étamine que l'on frotte délicatement contre le stigmate de la fleur pour y déposer du pollen, Le tube d'isolement est alors remis en place pour n'être ôté qu'au jour 4) ou 5).

Si la fécondation a échoué la fleur s'est détachée ; tandis que, dans le cas contraire, il ne reste plus qu'à marquer soigneusement la fleur fécondée et à détruire les autres bourgeons situés sur le même coussinet floral pour éviter des erreurs.

Le pourcentage de réussite oscille entre 60 et 80 %, suivant l'habileté de l'hybrideur et les conditions climatiques du moment.

Nous avons à l'heure actuelle, représentant la F1, environ trois cents plants à Bingerville et trois cent cinquante à Abengourou. Ces arbres ont été isolés dans la forêt, les descendances légitimes d'un pied mère étant planté dans des carrés de 30 m sur 30 m séparés entre eux par 50 mètres de rideau forestier.

Les observations ont porté jusqu'à présent sur les modalités de croissance, aucun de ces pieds n'ayant encore produit. Les renseignements seront transcrits sur des fiches du modèle ci-joint permettant de noter toutes les caractéristiques d'un arbre durant cinq années après la première récolte.

Les rapports indiqués sur le reste de la fiche seront destinés à rechercher les corrélations possibles entre les caractéristiques physiques de l'arbre et sa productivité.

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, il s'agit là d'une œuvre de longue haleine, qui ne nous donnera pas de résultats positifs avant 1962 au plus tôt.

Indépendamment des pieds mères déjà repérés et des travaux que nous venons d'exposer et qui ont débuté en 1948, nous venons de recommencer en 1953 une **nouvelle prospection plus poussée** des cacaoyères de Côte d'Ivoire, afin de repérer tous les arbres portant plus de cent cinquante cabosses, d'une part pour la distribution de plants de sélection massale aux planteurs, d'autre part pour les travaux de sélection future. Nous avons prévu la notation des renseignements intéressant sur des fiches perforées, pour le nombre de cabosses, le poids de fèves fraîches par cabosse et le nombre de fèves par cabosses.

Nous voulons ainsi pouvoir suivre, pendant cinq années consécutives, mille à deux mille arbres, parmi lesquels nous choisirons ensuite les cinquante meilleurs.

Les premiers résultats, bien que nettement insuffisants quand au nombre d'arbres repérés, sont cependant intéressants et nous indiquons dans le tableau ci-dessous les chiffres obtenus pour les six meilleurs pieds en 1953-54.

N°	Nombre de cabosses	Poids d'une fève fraîche (g)	Poids total de fèves fraîches (kg)
23	145	3,9	25,375
13	152	3,7	23,560
96	186	3	22,320
63	157	3,1	21,195
59	163	3,3	20,212
54	178	3	20,648

Nous comptons intensifier le travail de prospection au cours de la récolte 1954-55 afin de repérer de nouveaux arbres.

Nous n'avons envisagé jusqu'ici que les problèmes de sélection concernant la production quantitative. Le problème de l'**amélioration de la qualité** n'en a pas pour autant été négligé, mais il semble que cette question soit surtout d'ordre technologique, et que ce soit, plutôt, dans une étude poussée des phénomènes de la fermentation que l'on doive chercher une solution que dans celui de la sélection. En effet le cacao des territoires français correspond au type qui est le plus demandé par les chocolatiers, c'est-à-dire au Forastero amazonien, de qualité courante, tandis que les cacaos fins ne font plus l'objet que d'un commerce restreint, localisé en Amérique du Sud.

Il n'est donc pas pour le moment utile de s'inquiéter de ce problème et nous nous contentons, à l'heure actuelle, de rechercher les arbres ayant de grosses fèves, les caractères, qualités et grosseurs de la fève, étant en étroite corrélation. Nous avons d'ailleurs, parmi nos arbres, repéré quelques Trinitario qui pourraient, dés que besoin en sera, nous servir de base de travail pour l'amélioration de la qualité actuelle.

Nous comptons, en outre, quand nos parcelles d'essais comparatifs seront en production, expédier à des chocolatiers des échantillons de nos différentes sélections, pour analyse qualitative,

FICHE DE SÉLECTION GÉNÉALOGIQUE

ARBRE N° .....

GÉNÉRATION .....

PARENTS { .....
.....

Date de la fécondation artificielle : .....
Date de la récolte de la cabosse-mère .....
Date de semis de la fève .....
Hauteur du plant à ..... jours ..... cm.

Lieux de plantation : .....
Date de plantation .....
Sol de la plantation : .....

CARACTERISTIQUES DE LA CABOSSE-MERE

Poids : .....
Longueur : .....
Largeur : .....
Couleur : .....
Epaisseur côtes : .....
Epaisseur cortex : .....
Nombre de sillons : .....
Nombre de fèves : .....
Nombre de fèves plantées .....
Nombre de fèves ayant germé : .....

CARACTERISTIQUES DE LA FEVE-MERE

Poids : .....
Longueur : .....
Largeur : .....
Epaisseur : .....
Couleur : .....

Autofécondation												Lf/lf	Pc/Nc					
Hétérofécondation												Lf/lf/Nc	Lc/lc/Nc					
												Lf/lf/Nfv	Lc/lc					
% germination fèves.												Lf/lf/Pfv	Pc/Nfv					
Indice germination pollen.												Lf/lf/Pc	Pc/Pfv					
Durée conservation pollen.												♀ /Nc	Pfv/Nf					
												♀ /Pc	Lfv/lfv					
A 30 cm.												♀ /Pfv	Lfv/efv					
Hauteur fourche.												Hf/Nc	Lfv/lfv/Nfv					
Hauteur totale.												Hf/Pc	Pfv/Pff					
												Hf/Pfv	Lfv/lfv/Pfv					
												Ht/Nc						
												Ht/Pc						
												Ht/Pfv						

RECTO.

19	19	19	19	19			19	19	19	19	19
					Floraisons.	Poids moyen fèves					
					Dates.	1					
						2					
					Tronc.	3					
						4					
					Branches.	pr.					
					Indice avortement fleurs.	Longueur fèves.					
					Indice avortement cabosse.	Largeur fèves.					
					Dates récoltes	Epaisseur fèves.					
					1re récolte.						
					2e récolte.	Poids fèves fermentées					
					3e récolte.	(pour....gr. fèves fraîches)					
					4e récolte.	1					
					Petite récolte.	2					
					Nombre cabosses	3					
					1e	4					
					2e	pr.					
					3e	Analyses fèves fermentées					
					4e	Eau.					
					pr.	Glucides.					
					Poids total cabosses	Lipides.					
					1	Protides.					
					2	Tanins.					
					3	% fèves plates.					
					4						
					pr.	I. R. Capsides					
					Poids moyen cabosses	Tronc.					
					1	Cabosses.					
					2	I. R. Swollen Shoot					
					3	Kongodia.					
					4	Sankro.					
					pr.	Issia.					
					Longueur cabosse.	I. R. Pourritures cabosses.					
					Largeur cabosse.	I.R. Filament blanc.					
					Couleur cabosse.	I.R. Crin de cheval.					
					Nombre sillons.	I.R. Borer.					
					Epaisseur côtes.	I.R. Loranthus.					
					Epaisseur cortex.	I.R. Fonte de semis.					
					Nombre total fèves	I.R. Sécheresse.					
					1	Traitements fungicides.					
					2	Traitements insecticides.					
					3	Accidents divers.					
					4	Tailles.					
					pr.	Engrais.					
					Couleur fèves.						
					Poids total fèves fraîches						
					1						
					2						
					3						
					4						
					pr.						

VERSO.

mais l'examen des résultats obtenus à ce sujet par des chercheurs étrangers semble montrer qu'il est difficile d'obtenir un classement définitif et que les cotations diffèrent suivant les experts.

Nous ne dirons que quelques mots des **travaux de sélection concernant la résistance aux maladies et aux parasites**, ces problèmes devant être traités plus en détail dans d'autres articles.

Pour le swollen shoot, maladie à virus des cacaoyers, qui étend ses ravages dans l'Ouest Africain, mais ne semble pas encore avoir atteint le Cameroun, de nombreux pieds ont été testés, sans que jamais l'on n'observe de résistance à la maladie. Tous les pieds mères en particulier ont été infectés expérimentalement, mais aucun d'eux ne s'est montré particulièrement résistant. Les Anglais semblent avoir obtenu certains résultats à ce sujet avec les plants issus du Haut Amazone tels que : Parinari, Nanay, Iquitos et leurs hybrides.

Aucune introduction de ces types n'a pu être faite en Côte d'Ivoire, mais quelques plants en ont été importés au Cameroun, où l'on teste leur productivité et la qualité de leurs fèves.

Il ne semble pas qu'il soit par contre intéressant de rechercher une résistance génétique au *Phytophthora* et aux attaques de capsides, étant donné que la lutte chimique est à l'heure actuelle suffisamment au point, pour que l'on n'ait plus à craindre des dégâts importants dans les cacaoyères.

Nous n'avons pas, en dernier lieu, étudié les **problèmes de précocité** qui ne paraissent pas offrir, du moins pour le moment, d'intérêt particulier dans nos Territoires.

Nous voyons donc en définitive que la plus grande partie de nos efforts a porté sur l'amélioration quantitative de la production, ainsi qu'il est normal dans des pays de civilisation encore primitive, où l'art agricole n'existe pas et où la culture est en fait surtout de la cueillette.

Ce n'est que dans quelques années que nous pourrons vraiment voir les premiers résultats de notre action, mais nous pouvons affirmer dès à présent que nous devrions pouvoir améliorer de façon certaine la production aoeffienne et camerounaise, si toutefois les conditions économiques continuent, comme actuellement, à inciter le planteur à s'intéresser à la culture cacaoyère.

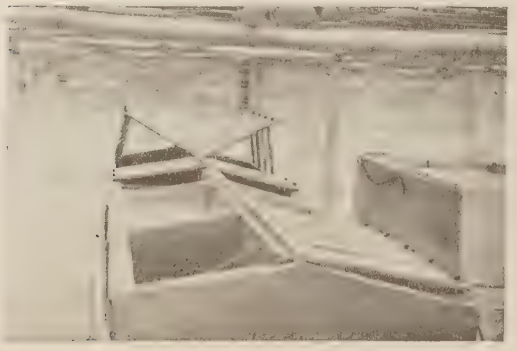
LES TECHNIQUES DE MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE

Le **greffage**, s'il est techniquement au point, reste cependant d'un intérêt pratique limité. Il exige en effet un personnel spécialisé, difficile à former, et ne permet de faire à partir d'un arbre qu'un nombre relativement réduit de plants, toujours fragiles.

Il n'est donc pratiquement utilisé que pour la création, à partir de pieds mères, de parcs à bois situés assez loin des centres de recherches, le bois de greffe conservé dans une boîte humide pouvant facilement être transporté durant un jour ou deux.

Le **marcottage** donne un pourcentage de réussite assez élevé, mais ne permet pas, lui non plus, de réaliser un grand nombre de plants à partir d'un seul arbre.

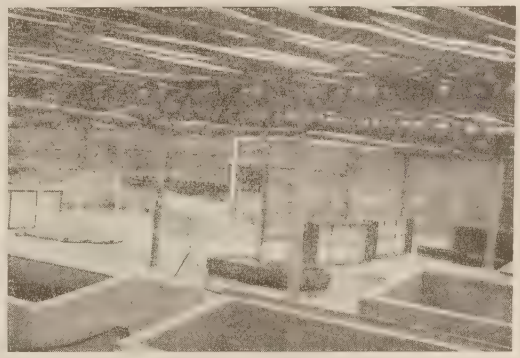
Le procédé de choix pour la multiplication végétative reste donc le **bouturage** malgré les difficultés, que l'on a rencontrées dans l'enracinement des boutures et qui n'ont été vaincues que le jour où, à la Trinidad, MM. Pyke et Cheesman ont trouvé qu'il convenait de prendre des bois à peine aoûtés, conservant encore leurs feuilles et maintenus dans un milieu saturé d'humidité. C'est pour réaliser celui-ci qu'ont été mis au point les propagateurs, sorte de bacs en ciment, recouverts de châssis vitrés. Nous avons d'abord utilisé en Côte d'Ivoire le propagateur Trinidad classique, comportant douze casiers élémentaires de 2 m de long sur 1 m de large et 0,8 m de profondeur, la partie supérieure étant inclinée pour recevoir les châssis vitrés. Le milieu de bouturage était formé de la façon suivante : une première couche de blocs de quartz de la grosseur du poing, surmontée d'une couche de gravillon quartzique, le tout étant recouvert de 20 cm de sable fin bien lavé, dont la surface arrive à 20 cm du haut du bac environ.



Cliché : L. Burle

Propagateurs en service.

A l'heure actuelle le dispositif que nous utilisons le plus fréquemment est celui qui a été mis au point en Équateur et que nous avons pu voir fonctionner à la « Hacienda Clementina ». Les dimensions des bacs sont les mêmes que dans le procédé classique, mais les orifices de drainage situés au fond sont bouchés et remplacés par un drain à 0,4 m de hauteur. Le bac est rempli d'eau jusqu'à ce drain, tandis qu'à 10 cm au-dessus sont disposées des claies en bois dont le fond est formé d'un grillage de cuivre très fin. Ces claies sont remplies de sciure de bois qui sert de milieu de bouturage. Les propagateurs sont recouverts de châssis vitrés, la lumière étant tamisée par des carrés de tulle moustiquaire posés sur les vitres. L'ombrage général, comme dans le cas des propagateurs classiques, est assuré par un lattis de bambous placé à 2 m de hauteur environ et ne laissant passer que 50 % de la lumière.



Cliché : L. Burle

Abengourou. Vue d'ensemble des propagateurs.

L'avantage de ce procédé est de pouvoir diminuer le nombre des arrosages journaliers, le degré hygrométrique restant toujours très élevé dans les bacs par suite de l'évaporation de la couche d'eau.

Il est toutefois nécessaire de laver abondamment la sciure avant son utilisation, afin d'éliminer les tanins, et de ne pas utiliser de la sciure trop fine, qui colmaterait facilement le fond de la claie et n'assurerait plus un drainage correct. L'on se sert en Equateur de sciure de bois de balsa. Nous avons été forcé, en Côte d'Ivoire, d'utiliser de la sciure des essences locales, que pouvaient nous fournir les scieries et ceci nous a causé parfois certains déboires.

Les arrosages de l'intérieur des bacs ont lieu deux fois par jour, jusqu'à sortie de l'eau par le drain supérieur ; tandis que pour éviter l'élévation de la température, les châssis vitrés et les parois des bacs sont fréquemment arrosés à la lance, ce qui permet de maintenir une température de 28 à 30° au niveau des boutures.

A côté des propagateurs, ont été placés les parcs à bois contenant les pieds mères à bouturer qui proviennent en général de greffes. Il est nécessaire que le transport du bois de bouture soit réduit au minimum si l'on veut obtenir un pourcentage d'enracinement correct.

Le bois à bouturer est prélevé le matin, alors que le degré hygrométrique est encore élevé et que l'assimilation chlorophyllienne a déjà recommencé, soit donc entre 8 et 9 heures. Le bois le meilleur est celui qui correspond à la dernière poussée foliaire et dont l'écorce est encore un peu verte à la base ou tout au moins peu bronzée, les feuilles ayant une coloration vert frais. Il ne semble pas pratiquement qu'il y ait de différence marquée entre les arbres provenant de bois orthotrope (gourmands) et ceux provenant de bois plagiotrope (rameaux).

Nous prenons donc à l'heure actuelle notre bois de bouture sur les rameaux, ceux-ci étant les plus nombreux. Nous conservons trois à quatre feuilles par bouture en les sectionnant au tiers.

La bouture une fois prête est traitée par une substance de croissance, l'acide indol β butyrique, qui favorise l'enracinement et augmente le pourcentage de réussites.

Alors qu'en Côte d'Ivoire, nous utilisons l'hormone rhizogène dans une solution alcoolique à 50 % d'alcool, dans laquelle est trempée l'extrémité de la bouture durant deux à trois secondes, l'on se sert au Cameroun d'une poudre à base d'acide indol β butyrique, qui présente l'avantage d'être plus simple à manier.

Les boutures sont ensuite placées dans les claies, la densité de cinquante à soixante par m^2 étant celle qui nous a donné les meilleurs résultats.

Nous avions essayé jusqu'à présent des solutions alcooliques d'acide indol β butyrique variant de 2,5 ‰ à 3 %. Il semble que les solutions à 2 % donnent les meilleurs résultats et c'est celles que nous employons le plus couramment.

Un mois environ après leur mise en place, les boutures sont suffisamment enracinées pour que l'opération d'acclimatation puisse commencer. Alors qu'autrefois l'on utilisait pour cela des bacs spéciaux (hardener), l'acclimatation se fait maintenant dans les bacs mêmes où la bouture s'est enracinée. Les châssis vitrés sont soulevés d'abord de 5 cm pendant deux jours, puis l'ouverture des châs-

sis est progressivement augmentée de cinq centimètres tous les jours pour arriver à l'ouverture totale le onzième jour. Le treizième jour les boutures sont repiquées en paniers dans de la terre humifère tamisée et les paniers sont placés sous un ombrage assez fort en attendant la mise en place définitive.

Les résultats sont assez variables suivant les clones et peuvent osciller entre 50 et 85 % de reprises.

Nous avons en Côte d'Ivoire fait une installation de propagateurs nous permettant d'expérimenter tous les types de bacs utilisés et que nous avons pu voir fonctionner en Amérique du Sud.

Nous étudions plus particulièrement les résultats que l'on peut obtenir avec des bacs simplifiés dont les parois sont faites en bambous et qui sont recouverts de toile de jute au lieu de châssis. Leur construction ne présente aucune difficulté et est très économique ce qui permettrait d'en construire en grande quantité même chez des planteurs africains.

Nous avons en outre expérimenté le propagateur à arrosage continu, mis au point à Turrialba, et consistant en des claies remplies de sciure, arrosées continuellement, en plein air, par des tourniquets hydrauliques. L'enracinement est très homogène et le pourcentage de réussites est élevé. Il est toutefois nécessaire de pouvoir disposer d'une installation d'eau sous pression et cette eau doit être assez pure, si l'on veut éviter les effets de colmatage qui se produisent au bout d'une dizaine de jours.

En résumé, les travaux relatifs au bouturage sont surtout des études de détail, destinées à permettre une rationalisation des méthodes de travail et une diminution du prix de revient des boutures, le principe même de l'opération étant au point et un premier centre de propagation industrielle étant déjà en cours de construction au Cameroun.

LES PROBLÈMES AGRONOMIQUES CONCERNANT LES MÉTHODES DE CULTURE

La culture du cacaoyer étant dans nos territoires presque exclusivement pratiquée par les planteurs africains, on s'est surtout efforcé de perfectionner les techniques de plantation et d'entretien, tout en restant dans le domaine d'une application pratique de ces techniques par une population qui n'a pas encore conscience des nécessités agronomiques.

On a plus particulièrement étudié, au Cameroun, une **méthode de plantation en layon forestier**, devant permettre de conserver un micro-climat favorable tant au point de vue ombre qu'au point de vue humidité. Sur le terrain destiné à la plantation, on trace des layons espacés de 3 m environ, qui seuls sont débroussés, les arbres et les lianes étant conservés dans les interlignes, dans lesquels l'on amoncelle les débris végétaux retirés des lignes. Seules ces lignes de plantation sont ensuite entretenues et régulièrement débroussées. Au fur et à mesure de la croissance des cacaoyers, les layons sont élargis, et, au bout de la troisième année, la végétation des interlignes est complètement éclaircie. Elle sera ensuite abattue, à l'exception des arbres pouvant convenir pour assurer l'ombrage définitif.

Une telle méthode, si elle présente l'avantage de protéger les jeunes plants de la sécheresse, a cependant, quelques inconvénients, dont il sera bon de juger l'importance avant de penser à la vulgariser. En premier lieu l'abattage des arbres, alors que les cacaoyers sont déjà en place, entraînera sans nul doute la destruction de nombreux jeunes plants, qu'il sera nécessaire de remplacer au moment, où justement le couvert forestier ne sera plus assuré. Ce problème ne pourrait être résolu que si les arbres de la forêt était détruits soigneusement par tronçons afin d'éviter la chute en une seule fois d'une trop grande masse de bois. Ceci demanderait alors un travail dépassant le plus souvent les possibilités en main-d'œuvre les planteurs et qui, dans tous les cas, serait plus ou moins dangereux, l'escalade d'arbres de grosse dimension étant difficile à faire.

Les planteurs se débarrassent à l'heure actuelle des arbres en les brûlant, ce qui est évidemment néfaste au sol, mais a l'avantage d'être peu coûteux en temps et en main-d'œuvre.

Si, par contre, on n'abattait que le minimum d'arbres pour éviter la destruction des jeunes plants, l'ombrage forestier serait alors trop fort et on risquerait de voir ces arbres s'abattre plus tard, lors des tornades, sur les cacaoyers adultes créant ainsi des trous de lumière encore plus graves.

En outre, jeunes plantations et cultures vivrières sont le plus souvent étroitement liées, les fèves de cacaoyer étant déposées au pied des buttes d'igname ou de manioc qui couvriront le terrain pendant un an ou deux. Il paraît difficile de persuader les planteurs de renoncer à cette méthode et de cultiver deux types de terrains, l'un sous forêt pour les cultures industrielles, l'autre sur défrichement.

En dernier lieu, la culture en layons forestiers ne peut être pratiquement réalisée que si ces layons sont tracés parallèlement les uns aux autres. Or, il n'a pas encore été possible jusqu'ici de persuader les planteurs africains de l'intérêt des plantations en ligne.

Il ne semble donc pas que ce problème du mode de plantation soit entièrement au point, et de nombreux essais sont en cours qui confirmeront ou non les premiers résultats obtenus.

Dans le cas, où la création de **nouvelles plantations s'effectue sur terrain défriché,** se pose de façon impérative la question des plantes d'**ombrage provisoire,** que nous avons été amenée à étudier au point de vue pratique afin de rechercher les espèces répondant le mieux aux deux nécessités suivantes : faire suffisamment d'ombrage, particulièrement en saison sèche, pour conserver un micro-climat humide, et ne pas être trop épuisante pour le sol afin de ne pas concurrencer le cacaoyer.

L'ombrage le plus classique, puisqu'il est celui utilisé par les planteurs africains, est obtenu avec le bananier plantain (*Musa paradisiaca*) et le taro (*Colocasia esculenta*). Ce dernier a présenté l'inconvénient de disparaître en grande partie durant la saison sèche, et, même employé concurremment avec le bananier, ne nous a pas donné de très bons résultats. Il ressort de même des expériences en cours que, s'il procure un ombrage suffisant, le bananier est très avide d'eau et, dans les sols de qualité moyenne, gêne le cacaoyer en saison sèche.

Le *Manihot Glaziovii*, recommandé autrefois par la Station de Tafo en Gold Coast, nous a donné de médiocres résultats, car cet arbuste a peu de feuilles en saison sèche et est particulièrement cassant, ce qui restreint beaucoup son emploi.

Le pois d'Angole (*Cajanus indicus*), que nous avons aussi essayé, est très fortement parasité ce qui semble nuire à l'état sanitaire des jeunes cacaoyers. Il paraît en outre lui aussi être assez avide d'eau.

Les crotalaires (*Crotalaria striata* et *C. retusa*), ainsi que les Tephrosia (*Tephrosia* sp.) ne nous ont jamais donné un ombrage suffisant et ne sont employés que pour compléter celui des bananiers.

Nous essayons, à l'heure actuelle, les possibilités d'utilisation d'un arbuste de la famille des Ulmacées, le *Trema guineensis*, qui pousse naturellement en taillis serrés sur tout terrrain débroussé. Il assure un ombrage léger et régulier, même en saison sèche, et, étant très tendre, ne risque pas d'abîmer les jeunes cacaoyers lorsqu'il devient nécessaire de le couper. Le pourcentage de remplacement que nous ayons eu à effectuer dans les parcelles ombragées par le *Trema* a été nettement inférieur à celui des autres carrés après la dure saison sèche de 1953-54.

A côté du problème de l'ombrage provisoire dans les jeunes cacaoyères, nous avons étudié aussi celui de l'**ombrage définitif** dans les cacaoyères adultes.

Celui-ci n'est pas entièrement indispensable dans le cas de plantation en très bon état, et où la densité des arbres est telle que la frondaison réalise un couvert continu au-dessus du sol. Toutefois ce cas étant assez rare, il est préférable de prévoir un ombrage artificiel ou naturel, soit que lors du débroussage l'on laisse en place les plus gros arbres, qui étalent leurs branches à plusieurs dizaines de mètres au-dessus des cacaoyers, soit que l'on sème des graines d'arbres d'ombrage lorsque l'on plante.

Dans les deux cas, les qualités que l'on demande à un arbre d'ombrage sont les mêmes : ne pas perdre ses feuilles en saison sèche et ne pas être cassant afin de pouvoir résister aux tornades.

Nous avons à l'heure actuelle un essai en blocs comportant l'étude des ombrages suivants :

forestier	*Elaeis*	*Hevea*	*Pithecolobium*
Deguelia	*Cola*	*Gliricidia*	*Adenanthera*
érythrine	framire	*Albizzia*	témoin, sans ombrage.

Nous ne pouvons encore indiquer aucun chiffre étant donné la date récente de mise en train de cet essai.

L'observation des résultats dans les parcelles de collection de la Station d'Abengourou nous permet cependant de signaler déjà le bon comportement du *Pithecolobium Saman*, qui correctement taillé a un port remarquable et une croissance rapide. L'*Albizzia*, moins grand, est cependant encore à recommander. Il sera particulièrement intéressant de voir les résultats obtenus avec l'association cacaoyer-hévéa, que préconisent d'ailleurs les Belges au Congo, étant donné l'importance économique que pourrait prendre cet arbre en Afrique par suite des événements d'Extrême-Orient.

Parmi les arbres de la forêt, les *Tetrapleura tetrapetera* semblent devoir être conservés avec soin, lors des abattages, cet arbre ayant un grand développement et assurant un bon ombrage au-dessus des cacaoyers.

Parallèlement aux problèmes de l'ombrage, nous avons consacré quelques parcelles à l'étude comparative de diverses **Légumineuses de couverture,** telles que le *Centrosema*, le *Calopogonium*, le *Mucuna*, et le *Desmodium*. Seule cette dernière plante, bien qu'il soit très difficile de l'implanter sur le terrain et qu'elle sèche entièrement en janvier-février, nous a donné satisfaction, les autres s'enroulant autour des jeunes cacaoyers et les étouffant malgré les débroussages répétés. Les inconvénients que présentent ces plantes, dépassent nettement les quelques avantages que l'on pourrait en tirer quant à la protection du sol.

Bien que ne présentant actuellement pas d'intérêt pratique, puisque les planteurs africains ne plantent pas en ligne, un essai de la Station du Cacao de Côte d'Ivoire porte sur les **différents écartements** suivants entre les arbres : 2,50 m × 2,50 m ; 2,50 m × 3 m ; 3 m × 3 m ; 3 m × 4 m. Les blocs constituant l'essai ne sont pas encore en production et nous n'avons pas analysé les résultats de cette expérience. L'observation des cacaoyères indigènes nous conduit à penser cependant que les écartements préconisés autrefois : 3 m × 4 m et 3 m × 3 m sont en général trop forts et qu'il conviendrait de choisir plutôt les distances de 2,5 m × 2,5 m. Un écartement inférieur à celui-ci conduit à l'obtention d'arbres filant en hauteur, tandis que si l'écartement est trop grand le terrain est mal utilisé et les frondaisons ne se rejoignent pas laissant une partie du sol à découvert.

Ceci est d'ailleurs en accord avec l'opinion des Anglais qui ont trouvé les chiffres suivants au Nigéria.

Ecartement	Rendement
8 × 8 pieds (2,40 × 2,40 m)	941 kg/ha
12 × 12 pieds (3,64 × 3,64 m)	372 kg/ha
15 × 15 pieds (4,86 × 4,86 m)	343 kg/ha

LA FUMURE

Il s'agit là d'un important problème, non pas tant par son urgence puisqu'à l'heure actuelle la production est presque entièrement entre les mains des indigènes, qui n'utilisent pas d'engrais et n'en comprendront pas la nécessité avant longtemps, mais parce que, tôt ou tard, devant l'appauvrissement des sols et leur dégradation, il sera nécessaire pour maintenir les rendements de faire appel aux engrais minéraux et organiques.

Malheureusement les travaux à ce sujet ne font que commencer dans nos territoires, et plusieurs années seront encore nécessaires avant que l'on arrive à l'établissement de formules équilibrées suivant l'âge du plant et ses besoins physiologiques.

En Côte d'Ivoire, trois essais sont en cours de réalisation, deux sur des cacaoyères adultes afin de voir, d'une part l'action des éléments NPK (et de leurs combinaisons NP, NK, NPK et témoin) et d'autre part celle de trois formules équilibrées, et une autre sur une plantation jeune avec trois répétitions des huit possibilités de groupement de NPK avec témoin.

L'année 1954 sera consacrée à un essai à blanc, tandis que le Laboratoire de Chimie détermine les conditions, dans lesquelles doivent être pris les échantillons de feuilles pour l'étude du diagnostic foliaire, comme vient de l'effectuer le Centre de Bingerville pour le café, et qui sera complété par l'analyse statistique des récoltes. Ce n'est que vers 1956-57 que nous serons à même de fournir les premiers résultats de ces essais.

Nous sommes donc à ce point de vue nettement en retard sur les chercheurs anglais, qui étudient cette question depuis 1942 tant sur le terrain qu'en culture dans le sable avec des solutions nutritives. Dans ce dernier cas, les expérimentateurs ont pu établir de manière précise les symptômes de carence en zinc, fer, manganèse, bore et calcium.

CONCLUSION

Pour terminer ce bref aperçu d'ensemble sur les problèmes agronomiques, concernant le cacaoyer, étudiés dans nos Territoires d'outremer, il ne nous semble pas inutile de rappeler, encore une fois, que si les résultats que nous avons pu obtenir ne sont pas encore spectaculaires, ce n'est que depuis cinq ou six ans que nous disposons d'organismes de recherches spécialisés et qu'il n'est pas possible d'espérer fournir, avant encore quelques années, de solutions sérieuses à toutes les expériences qu'il reste encore à faire.

La sélection quantitative étant assez avancée, nous allons maintenant axer principalement nos efforts sur l'adaptation des pieds mères aux différentes régions de culture, tandis que l'analyse des premiers résultats des expériences en cours concernant les arbres d'ombrage, les écartements et le mode de plantation nous amènera sans doute à modifier nos impressions premières ou à réaliser de nouvelles expériences pour les vérifier.

Nous allons surtout, en collaboration étroite avec les Divisions de Chimie et de Pédologie, hâter la mise en place des essais d'engrais pour combler notre retard sur ce point et être prêt à fournir aux services de vulgarisation les formules correspondant aux différents milieux de culture et aux différents âges physiologiques de la plante.

C'est en espérant que les efforts de ces services permettront de vulgariser rapidement, dans la masse des planteurs autochtones, les plants que nous avons sélectionnés et les méthodes de culture que nous aurons mises au point que nous terminerons cet article, en ne nous cachant pas toutefois de penser que ce sera peut-être justement là le problème le plus difficile à résoudre.

RÉSUMÉ. - *L'Auteur énumère les résultats obtenus dans les deux stations de recherches agronomiques consacrées aux cacaoyers : celle de la Côte d'Ivoire et celle du Cameroun. Ces deux stations ont été créées récemment, à la fin de la dernière guerre. Le principal effort a porté sur le repérage, chez les planteurs de cacaoyers, d'arbres hauts producteurs en cacao marchand. Les types cultivés appartiennent, dans le premier de ces territoires, au type Forastero amazonien ; dans le second au type précédent et au type Trinitario. On a utilisé les semences illégitimes des arbres ainsi repérés pour créer des carrés de collection. Parmi les arbres de ces carrés, on a choisi les pieds mères, à partir desquels a été commencée la multiplication, par boutures au Cameroun, par semences en Côte d'Ivoire. En ce pays on a également créé des jardins isolés à partir de semences provenant d'arbres choisis pour leurs qualités et artificiellement autofécondés.*

On a entrepris, l'année dernière, une nouvelle prospection pour repérer d'autres arbres hauts producteurs et à grosses fèves.

Les travaux de bouturage ont été commencés en utilisant les résultats acquis en la matière au Centre Amérique. On cherche à diminuer le prix de revient des boutures racinées.

On a tenté des essais sur une méthode de plantation en layon forestier, malgré les inconvénients que présente ce mode de création de plantations. Aussi, poursuit-on également des essais concernant leur création sur terrain défriché avec ombrages provisoire et définitif.

Les recherches sur le problème de la fumure sont à peine ébauchées.

SUMMARY. — *The Author gives a detailed account of the results obtained in the two agronomical Stations dealing with cocoa : one in the Ivory Coast and the other in Cameroon.*

These two stations have only been opened since the end of the last world war. The cocoa planters main object has been to find out the trees giving the highest yield in marketable cocoa. In the Ivory Coast the type cultivated is the Forastero amazone, and in Cameroon, the Forastero amazone is grown together with Trinitario. Seeds resulting from free cross pollination have been collected from these selected trees, in order to develop some collection plots. Among the trees grown in these plots those from which, cuttings for Cameroon or seeds for the Ivory Coast should be collected, have been selected. In the Ivory Coast some gardens have also been developed from seeds originating from trees selected because of their qualities and their artificial pollination.

Last year, planters, have, anew, sought for more high yielding trees giving large beans.

Cuttings have been used according to the results obtained in this regard at the « Centre Amérique ». An attempt is made in order to lower the cost price of rooted cuttings.

Experiments have also been carried out on forest strips, although the difficulties attached to this method of plantation. The preceding experiments have led to the development of trials on newly cleared forest ground under provisional or definitive shade.

Investigations concerning fertilizers have only just been started.

RESUMEN. — *El Autor expone los recultados obtenidos en las dos estaciones de investigaciones agronomicas dedicandose al cacao : la de la Costa de Marfil y la del Camerun. Estas estaciones han sido creadas al fin de la ultima guerra mundial. Hasta el dia, el mayor esfuerzo consistio en la pesquiza, en las plantaciones indigenas, de arboles dando una alta produccion de cacao de tipo comerciable. El tipo*

de cacao cultivado en la Costa de Marfil es el Forastero amazona ; y en el Camerun se cultiva este mismo tipo junto con el Trinitario. Para las parcelas de coleccion tomaron semillas, procedente de cruzamentos libres y cosechadas sobre los arboles seleccionados, ya mencionados. Entre los arboles de estas parcelas se han elijidos los para la propagacion, por estacas en Camerun y por semillas en la Costa de Marfil. En ese ultimo territorio, se han tambien plantados huertos sueltos con semillas procedentes de arboles elijidos por sus calidades y cuya fecundacion ha sido llevada a cabo artificialmente.

Se han llevado a cabo nuevas pesquizas el ano pasado con objeto de buscar arboles dando alta produccion y granos gruesos.

Los trabajos de propagacion por estacas se empiezaron segun la experiencia obtenida al respecto en el « Centre Amerique ». Estan buscando medios para diminuir el costo de estacas con raices.

Se experimento tambien un metodo de plantacion en fajas en el bosque, a pesar de los inconvenientes encontrados. A consecuencia se experimentan tambien plantaciones, en terrenos forestales nuevamente clareados, con sombra provisional y definitiva.

Las investigaciones relativas a los abonos son todavia solamente esbozados.

CONTRE TOUS LES PARASITES
SOUS TOUS LES CLIMATS

PECHINEY-PROGIL

DÉFEND TOUTES VOS CULTURES

•

Agents Généraux pour la France d'Outre-Mer

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES D'ALSACE

PECHINEY-PROGIL
7, rue Lamennais
PARIS (8e)

La Société des Usines Chimiques

RHÔNE-POULENC

21, rue Jean-Goujon — PARIS (VIIIe)

vous offre

1° Pour LA DÉSINFECTION DES SEMENCES
Riz - Arachides - Sorgho, etc.
DÉSINFECTANT RHODIA

2° Contre TOUS LES INSECTES
RHODIATOX
à base de parathion (S. N. P.)

3° Contre LES COCHENILLES
PACOL
parathion (S. N. P.) + huile blanche

4° Contre LES PARASITES DU COTONNIER
RHODIAPHÈNE
à base de Toxaphène

5° Contre Toutes les Maladies Cryptogamiques
RHODIACUIVRE
Sulfate Basique de Cuivre
ou FERBAM RHODIA

LA LUTTE CONTRE LES INSECTES NUISIBLES AU CACAOYER DANS L'OUEST AFRICAIN

par **J. MAGNIN**

Chef de travaux des laboratoires de l'agriculture de la France d'outre-mer.

Le cacaoyer a été introduit dans l'Ouest Africain vers le milieu du XIX^e^ siècle, mais ce n'est qu'au XX^e^ siècle que les plantations se multiplièrent en Gold Coast, en Nigéria et en Côte d'Ivoire, au point que le cacao devint pour ces Territoires un produit d'exportation essentiel.

On pouvait s'attendre à ce que cette culture soit attaquée par de nombreux insectes. Comme l'introduction de cette plante s'est faite sous forme de cabosses, les insectes nuisibles au cacaoyer dans le continent américain n'ont pas pu encore parvenir en Afrique, fort heureusement. Cependant, il est toujours possible, pour une cause ou une autre, que des introductions d'insectes nuisibles se fassent.

Les parasites signalés ici sont donc vraisemblablement indigènes. Les plus dangereux, en tout cas, le sont certainement : punaises de la famille des Capsidae (ou Miridae), des genres *Sahlbergella* et *Distantiella*. Il est à souhaiter que nous ne recevions pas dans l'avenir les espèces de Capsidae nuisibles au cacaoyer en Amérique (*Monalonion* sp.) et en Asie ou en Océanie (genres *Pseudodoniella*, *Parabryocoropsis*, *Helopeltis*).

Dès le début du XX^e^ siècle, quelques-uns des insectes les plus nuisibles au cacaoyer dans l'Ouest Africain étaient identifiés et leur biologie connue, au moins approximativement. Il faut citer, parmi ceux qui ont les premiers débrouillé ces questions, le nom de G. S. Cotterell, travaillant en Gold Coast.

Ce n'est que tout récemment qu'on a ajouté un chapitre à l'étude des insectes du cacaoyer avec la découverte de la transmission du « swollen-shoot » par des cochenilles du groupe des *Pseudococcidae*. Le travail d'Alibert (1951) permet de retrouver la plupart des insectes du cacaoyer et devrait se trouver entre les mains de tous ceux qui s'intéressent à cette culture.

En ce qui concerne la lutte contre ces insectes, les premiers résultats positifs sont, au contraire, tout récents. Ceci est dû surtout à la découverte des insecticides organiques de synthèse, entre 1940 et 1950, mais il faut souligner que l'utilisation rationnelle de ces produits dans l'Ouest Africain, par les planteurs de cacaoyer, ne pouvait être mise au point que dans les Centres de Recherches Agronomiques convenablement équipés. Cela suffit à expliquer que dans l'Ouest Africain, où le développement de tels Centres est tout récent, les méthodes de lutte contre les insectes du cacaoyer ne puissent être encore parfaitement précisées.

Les solutions indiquées ici sont donc parfois empiriques. Certaines ont été justifiées depuis de nombreuses années par une expérimentation précise. Aucune n'est définitive, puisque, dans le domaine de la défense des cultures, il faut avant tout se tenir au courant des améliorations sans cesse apportées dans la fabrication des produits insecticides et du matériel de traitement, ainsi que dans les méthodes de lutte.

Nous examinerons différents cas où la présence des insectes pose, pour le planteur ou le Service officiel responsable de l'avenir de cette culture, un problème technique.

1. PULLULATIONS DE SCOLYTES DANS LES JEUNES PLANTATIONS

On observe parfois, au cours de la première ou de la deuxième année après le semis (ou éventuellement, le repiquage) et dans les pépinières, que les tiges des jeunes plants sont criblées de petits trous parfaitement ronds. Ce sont des entrées de galeries creusées par des scolytes (*Ipidae*) appartenant à plusieurs espèces.

On ne peut pas confondre ces attaques avec celles des cérambycides, dont les larves vivent dans l'axe des jeunes plants ayant déjà au moins un an ou deux. Les orifices par lesquels ces larves

rejettent leurs excréments sont en effet irréguliers et il s'en échappe presque toujours des déjections de la larve. L'entrée des galeries de scolytes est au contraire nette.

Xyleborus morstatti Haged. est le scolyte le plus fréquent, surtout sur les plants non aoûtés. La femelle creuse une galerie perpendiculaire à l'axe de la tige, puis, arrivée à la moelle, se dirige suivant l'axe et dépose ses œufs. Les galeries où se développent les larves sont situées surtout au niveau du collet ou vers le bas de la tige.

Cette espèce est accompagnée de plusieurs autres, que le Professeur K. Schedl a bien voulu examiner :

Stylotentus concolor (Hag.),
Stephanoderes mulongensis (Egg.),
Stephanoderes solitarius (Schedl),
Stephanoderes polyphagus (Egg.),
Hypothenemus Pusillus (Egg.).

Les petites espèces (*Hypothenemus* spp.) sont cantonnées entre l'écorce et le bois. Les grosses espèces attaquent plutôt les tiges d'un ou deux ans (ex. : *Stylotentus concolor*). Les pullulations des scolytes dans les jeunes plantations sont liées à une mortalité importante, atteignant parfois 60 à 70 %. Cela explique que l'on ait souvent attribué la mort des plants et l'échec d'une plantation à la présence des scolytes.

En réalité, nous avons constaté que les pullulations des scolytes étaient associées à d'autres facteurs pouvant expliquer, à eux seuls, le dépérissement des jeunes plants ; plusieurs faits montrent qu'en pareil cas il faut chercher quel est ce facteur et non pas essayer de supprimer directement les scolytes par des traitements insecticides.

1° Dans une plantation située près d'Abidjan, moins d'un an après le semis (sous forêt), plus de 20 % des plants étaient morts. La plupart des plants portaient un ou plusieurs trous de scolytes. Certains contenaient jusqu'à soixante-dix larves de *Xyleborus morstatti* dans la galerie axiale. Cependant, parmi les plants dépérissants, quelques-uns ne portaient pas de trace d'attaque de scolyte. Il s'agissait d'une plantation effectuée sur un terrain tout à fait impropre à la culture du cacaoyer, du fait qu'à 30 cm de profondeur on rencontrait une couche gravillonneuse. La présence de la forêt avait induit en erreur le planteur.

2° Sur certaines parcelles de la Station du cacaoyer à Abengourou, on observait en janvier 1954 de nombreuses attaques de scolytes sur des plants âgés de un à deux ans, la plupart de ces plants étant desséchés. Sur certaines lignes, plus de 60 % des plants étaient mourants. La plupart de ces plants avaient un pivot coudé à angle droit à 30 ou 40 cm de profondeur, au contact d'une couche gravillonneuse très compacte. D'autre part la sécheresse avait été très marquée en 1952 (1010 mm d'eau).

3° D'après une communication de Mr. Gregory, entomologiste de l'Agriculture Department, en Nigéria, on observe des attaques analogues en Nigéria. Les espèces de scolytes en cause sont probablement les mêmes qu'en Côte d'Ivoire. On a observé que l'arrosage des plants diminuait la mortalité à presque zéro, ce qui indique bien que les apparitions de scolytes sont liées à une baisse de la turgescence des tissus.

4° Ghesquière, en 1953, dans une étude sur les scolytes du Congo Belge, rappelle que les perforations des femelles de *Stephanoderes theobromae* Egg et de *S. barumbuensis* Egg précèdent de quelques jours celles de *Xyleborus perforans* Woll., qui n'est pas un parasite réel du cacaoyer, mais un saprozoïte. On peut provoquer les perforations de scolytes sur un arbre sain en coupant à la bêche les racines autour du pivot. La diminution brusque de turgescence qui en résulte attire une succession d'insectes foreurs : les premiers sont des scolytes : *Stephanoderes*, *Hypothenemus* puis *Xyleborus*, ensuite apparaissent des Platypodidae et des Bostrychidae.

En résumé, les attaques de scolytes, lorsqu'elles sont importantes, sont liées à d'autres facteurs défavorables :

Plantation défectueuse, par exemple plantation en paniers dont le fond n'a pas été supprimé et n'a pu pourrir, ou repiquage des plants avec courbure du pivot. Le semis direct permet d'éviter ces échecs.

Terrain impropre à la culture du cacaoyer : excès de gravillons, ou cuirasse à faible profondeur.

Pluviométrie insuffisante ou irrégulière.

2. ATTAQUES DE CAPSIDES DANS LES JEUNES PLANTATIONS

Les plants de cacaoyer au cours des premières années peuvent être tués en quelques jours à la suite des piqûres répétées des punaises : *Sahlbergella singularis* et *Distantiella theobromae*. Les jeunes plantations de cacaoyer sont fréquemment compromises par de telles attaques, dans tout l'Ouest Africain. Il existe actuellement un moyen de lutte efficace et facile à exécuter. Il serait donc regrettable que les planteurs de la Côte d'Ivoire restent plus longtemps ignorants de cette possibilité.

Quelques données sur les capsides *

On sait que les espèces les plus nuisibles au cacaoyer sont celles qui attaquent aussi bien les cabosses que les rameaux ou la tige centrale : *Sahlbergella* et *Distantiella*. Par contre les espèces, qui limitent leurs dégâts aux cabosses vertes en cours de croissance (*Helopeltis* et *Bryocoropsis*), ne nous intéressent pas ici.

Sahlbergella et *Distantiella* se multiplient sur des plantes spontanées (*Cola*, *Ceiba*), et il est absolument impossible de songer à les supprimer, même dans une région déterminée. On peut cependant les empêcher de se multiplier sur la plantation elle-même, de sorte que les plants puissent se développer normalement pendant les premières années.

D'après les comptages effectués régulièrement, plusieurs années de suite, à Tafo (Gold Coast), il ressort que les capsides sont toujours plus nombreux entre la fin de la grande saison des pluies et la grande saison sèche. Les maxima observés se situent entre les mois de novembre et de janvier.

Les punaises sont localisées sur les jeunes plants, sur les rameaux et la tige principale. Elles se blottissent sur l'écorce dans la journée, se cachent volontiers au niveau des ramifications. On les observe facilement à l'œil nu, une fois qu'on a repéré un plant portant des dégâts très récents.

Les essais du WACRI

Un moyen de lutte efficace fut indiqué pour la première fois dans le rapport annuel 1946-47 du West African Cocoa Research Institute. A cette époque, l'utilisation des insecticides dans l'Ouest Africain, par le planteur indigène, était une véritable révolution ; c'est pourtant dans ce sens qu'a travaillé l'équipe de Tafo, et ensuite le Service de l'Agriculture de Gold Coast.

Le ramassage à la main des capsides n'est pas impossible. Mais il est pratiquement impossible ainsi de prévenir les dégâts causés par les jeunes larves et d'empêcher leur multiplication dans la plantation.

Les premiers résultats positifs ont été obtenus en pulvérisant les plants avec des produits à base de DDT. Dès 1944, le WACRI constatait l'efficacité du DDT en solution à 1 % dans des huiles végétales. Mais la pulvérisation entraînait un gaspillage de produit, et la concentration utilisée était encore insuffisante pour obtenir un effet résiduel intéressant.

Finalement, on décida de badigeonner les plants au pinceau, ce qui ne nécessite aucun appareil et peut être fait par n'importe quel manœuvre. Cela permet de déposer sur l'écorce un produit à forte concentration en DDT, et de le déposer avec un soin particulier autour des fourches, où les capsides stationnent plus volontiers. L'effet résiduel obtenu est de plusieurs mois.

Par contre, le fait de choisir une concentration élevée entraîne des risques de brûlure pour la plante, et des risques pour le manipulateur s'il s'agit d'autres insecticides que le DDT.

Les expériences du WACRI montrèrent que : les solutions saturées de DDT dans le pétrole (8% environ), le DDT à 5 % dans le kérosène, le DDT en solution dans les huiles végétales étaient inutilisables, à cause de leur phytotoxicité.

Les pâtes de DDT dans le talc ou la chaux montraient d'autre part peu d'efficacité.

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une émulsion de DDT dans du xylène à 2,5 %. C'est cette dernière formule, qui a été vulgarisée en Gold Coast. Le produit distribué officiellement aux planteurs est appelé « Kumakate » (ce qui signifie : qui tue les « Akate »). Ce produit contient 20 à 25 % de DDT en solution et un émulsifiant. Il est dilué dans l'eau au moment de l'emploi de façon à obtenir une émulsion contenant 2,5 % de DDT.

* Voir, pour plus de détails sur la description et la biologie de ces insectes, l'article de M. Lavabre dans ce même numéro p. 477.

Au cours des premiers essais, vingt-cinq mille plants ainsi traités ont été suivis plusieurs mois. Trois mois après le premier traitement, il y avait dix fois moins de capsides sur les plants traités que sur les témoins.

Etude de l'effet résiduel de quelques insecticides

Puisque l'efficacité de la pratique du badigeonnage des cacaoyers est démontrée, nous avons cherché à préciser la valeur de l'effet résiduel de différents insecticides courants, que l'on pourrait distribuer ou conseiller aux planteurs de Côte d'Ivoire. Cette étude intéresse également les planteurs de caféier, car la lutte contre le borer principal du caféier, *Bixadus sierricola* Withe, comporte également le dépôt d'un insecticide à fort pouvoir résiduel sur la partie inférieure du tronc de caféier,

On pourrait étudier la persistance d'un dépôt insecticide par l'analyse chimique, mais il n'existe pas de méthode identique pour les différents insecticides. Il est donc plus intéressant et, par ailleurs, beaucoup plus facile de mesurer l'action du dépôt insecticide sur l'insecte lui-même. Malheureusement, ceci était inapplicable dans le cas des capsides, vu le nombre des essais indispensable pour une étude rigoureuse et la rareté relative des capsides.

On a donc étudié l'action résiduelle des dépôts sur un petit charançon facile à obtenir en abondance, le *Scolochirus biovatus* (Curculionidae), qui, à l'état adulte, est très commun sur les feuillages du cacaoyer et de différentes plantes (*Albizzia*).

Conduite des essais.

Les produits insecticides testés sont des produits commerciaux, présentés sous forme de solutions émulsifiables ou des poudres mouillables. La concentration indiquée dans les résultats est la concentration du produit après émulsion ou suspension dans l'eau, c'est-à-dire au moment de l'emploi.

Le produit à étudier était passé au pinceau sur des tiges ou des gourmands de cacaoyers situés dans une plantation sous ombrage moyen (palmiers à huile et *Albizzia*). Il est évident que l'effet résiduel doit dépendre de l'intensité de l'ombrage.

Les différentes suspensions et émulsions testées ont été déposées en utilisant à peu près le même volume de liquide pour une surface donnée, soit environ 50 à 100 cm^3 par mètre carré d'écorce. Cela représente, pour une émulsion à 2,5 % de DDT, entre 1 et 2 g de produit pur par mètre carré.

Des morceaux d'écorces ainsi traités ont été prélevés à intervalles réguliers, jusqu'à ce que le produit ne soit plus décelable par la méthode utilisée : ces morceaux d'écorce étaient placés dans des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre, contenant chacune dix charançons adultes. Les charançons étaient intoxiqués par le produit insecticide en se déplaçant sur les fragments d'écorce.

A chaque prélèvement, correspondait un prélèvement d'écorces non traitées, à titre de témoins, placées de façon analogue dans des boîtes de Pétri contenant dix charançons. Les charançons restaient au contact des écorces durant quatre jours.

On a relevé, au bout de un, deux, trois et quatre jours, dans chaque boîte, le nombre de charançons morts ou renversés et incapables de se redresser.

Chaque mesure a comporté quatre répétitions.

Résultats obtenus.

On n'a retenu que les résultats ayant une signification au seuil de probabilité $P = 0,05$, c'est-à-dire pour chaque produit testé, les cas où le nombre des charançons renversés était significativement plus élevé dans les quatre boîtes contenant des écorces traitées que dans les quatre boîtes témoins. Ces cas étaient évidemment plus fréquents lorsque les dépôts étaient récents, et lorsque les charançons étaient exposés depuis trois ou quatre jours au produit.

Cette méthode d'étude étant grossière, elle n'a pu mettre en évidence que les facteurs les plus importants de l'effet résiduel, mais les résultats obtenus sont suffisants pour le but proposé. On peut ainsi dégager les faits suivants :

1° Différences entre les produits expérimentés.

L'expérience a montré que les différences de persistance entre les produits apparaissent le plus nettement lorsqu'on relève le nombre de charançons renversés au bout de trois jours.

Dans ces conditions, les dépôts à base de Parathion ne sont pas décelables.

Les émulsions contenant 0,24 % de Lindane ont un effet résiduel de dix à vingt jours (produit testé : Lindamul de Pechiney-Progil).

Les émulsions contenant 1 % de Chlordane ont un effet résiduel de un mois environ (produit utilisé « Indax 50 »).

Les dépôts d'Aldrine à 0,2 ou 0,5 % ne persistent guère plus de deux mois, que ce soit des émulsions ou des suspensions (produits testés : Aldax 25, Aldrex 2).

Les effets résiduels de beaucoup les plus élevés sont obtenus avec le DDT et la Dieldrine. Ils sont constamment supérieurs à trois mois. Avec le DDT, on a pu déceler une action des dépôts à 2,5 % au bout de cinq et six mois.

Avec la Dieldrine, les expériences ne sont pas terminées ; mais on peut dire qu'au bout de trois mois l'activité d'un dépôt de Dieldrine à partir d'une émulsion à 0,5 % est supérieure à celle d'un dépôt de DDT à 2,5 %.

Toutefois, l'utilisation de la Dieldrine présente un certain danger pour les manipulateurs du produit concentré.

2° Influence de la concentration :

Les effets résiduels élevés n'apparaissent qu'avec des concentrations élevées.

Les dépôts des émulsions à 2,5 % ont une activité durant cinq à six mois.

à 0,5 % n'ont plus d'activité au bout de trois mois.

à 0,1 % n'ont plus d'activité au bout de deux mois.

3° Influence de la présentation du produit.

Quatre produits commerciaux à base de DDT ont été testés dans les mêmes conditions, employés à la dose de 2,5 %.

L'effet résiduel le plus élevé a été obtenu avec deux poudres mouillables, l'une à 50 %, l'autre à 75 %, employées en suspensions dans l'eau à la même concentration de 2,5 % de DDT.

Une solution de DDT à 25 % (Didicide 25) a donné des résultats légèrement inférieurs. Enfin un produit contenant 17 % de DDT et 3 % de Diazimon a donné un effet résiduel inférieur à quatre mois (produit Geigy-échantillon).

On sait que l'effet résiduel optimum est obtenu avec des poudres mouillables, dont la taille des particules est située entre 10 et 20 microns. Dans le cas de la poudre mouillable à 75 %, que nous avons testée (il s'agit du Neocide 75), la finesse au tamis de 41 microns est 98 %.

4° Influence des conditions atmosphériques :

La méthode employée n'a pu permettre de faire ressortir des différences entre les traitements effectués à différentes époques de l'année (septembre, décembre, mars). Il est certain, par contre, que le dépôt d'insecticide peut être entraîné par une pluie survenant une ou deux heures après le traitement. Mais une fois le dépôt séché, son effet résiduel dépend beaucoup plus de sa composition que des conditions météorologiques.

En résumé, on peut conseiller pour lutter contre les capsides, dans les jeunes plantations de cacaoyer, d'effectuer trois fois par an (par exemple, en fin juillet, en novembre, et en février-mars) un badigeonnage des tiges avec une émulsion ou une suspension aqueuse de DDT à 2,5 %. Les produits commerciaux du type Neocide 20, Didicide 25, Neocide 50, Neocide 75, Dedelo 50, etc... conviennent parfaitement. Il faut éviter d'utiliser des produits destinés à des usages non agricoles et risquant de détériorer la plante (par exemple le DDT 20 de Mitchell).

Dans l'avenir, on peut penser à utiliser la Dieldrine en émulsion à 0,5 % environ. Mais le danger de la manipulation de ce produit et sa phytotoxicité vis-à-vis du cacaoyer ne sont pas encore connus exactement.

3. ATTAQUES DE CAPSIDES DANS LES PLANTATIONS EN PRODUCTION

Dès que l'arbre a atteint une certaine hauteur (vers quatre ou cinq ans), le traitement précédent devient inapplicable et insuffisant. La seule méthode de lutte utilisée par les planteurs africains consistait à laisser la plantation « retourner à la brousse » après une attaque importante des punaises.

De cette manière, les jeunes arbres restaient exempts d'attaque durant quelques années, mais l'époque de la mise à fruit était retardée d'autant. Une fois la plantation débroussée, les cacaoyers constituaient pour les capsides un milieu de multiplication idéal, car ils avaient poussé en longueur et le feuillage ne formait pas une nappe continue.

Il est donc préférable de pratiquer le badigeonnage des plants au DDT, puis, quand ce traitement devient insuffisant, d'effectuer des poudrages insecticides chaque fois qu'on observe une recrudescence des attaques de capsides, et cela jusqu'à ce que le couvert de la cacaoyère soit suffisant.

La majeure partie des insectes à détruire se trouve en dessous de la couronne, et un insecticide appliqué seulement sur les sites favorables à la multiplication des capsides (gourmands, jeunes cabosses) serait suffisant. C'est pourquoi on peut effectuer ces traitements avec une simple poudreuse à main (type Superprocall ou Rotver), ou une petite poudreuse à moteur portée, par exemple, au dos de l'opérateur.

Influence de l'ombrage

On sait que les capsides se multiplient moins sous un ombrage dense. Mais d'autre part, le cacaoyer cultivé dans l'Ouest Africain, l'Amelonado, n'est pas un arbre particulièrement robuste, et s'il est placé sous un ombrage dense et peu élevé, il aura tendance à pousser en longueur. Il en est de même, s'il pousse sur un sol gorgé d'eau ou si l'espacement entre les plants est insuffisant.

Dans de telles conditions, l'arbre prend la forme d'un fuseau, et la poussée végétative donne surtout des gourmands (« chupons ») : c'est alors un milieu idéal pour les capsides. C'est ainsi que se forment des poches à capsides associées à un type d'ombrage dense.

Sous un ombrage léger, et avec un espacement plus large, la formation des rameaux plagiotropes (« fans ») est au contraire favorisée, le couvert se forme convenablement.

Lorsque le couvert est endommagé, la régénération se fait par les « fans ». La multiplication des capsides n'est pas favorisée et les dégâts restent diffus. Malheureusement, les cacaoyers peu ombragés en souffrent, le feuillage du sommet de l'arbre est détruit. Les poches à capsides peuvent se former à partir de ce stade. Alors que les poches à capsides dans les cacaoyères très ombragées restent circonscrites, les poches s'étendent vers l'extérieur quand l'ombrage est réduit.

La première tâche du planteur est donc l'établissement d'un ombrage correct, protégeant les cacaoyers d'une trop forte insolation, grâce aux arbres forestiers plus élevés. L'ombrage fourni par les arbres les plus courts doit être léger pour éviter un étiolement des cacaoyers.

Traitements insecticides en plantations.

Les punaises, *Salhbergella singularis* Hag. et *Distantiella theobromae* Dist., sont réparties de façon très irrégulière dans les plantations de cacaoyers. Pour avoir une idée de l'opportunité des traitements insecticides, nous avons pratiqué des sondages, à différentes époques et en différents points du Territoire, de la façon suivante : dans une parcelle donnée, une dizaine d'arbres choisis au hasard sont poudrés avec une poudre de HCH à 10 %, à l'aide de la poudreuse à main « Superprocall ». Une toile de 4 × 4 mètres est disposée au-dessous de chaque cacaoyer ou entre deux ou trois arbres, et on examine, vingt-quatre heures après le traitement, les insectes qui sont tombés sur les toiles.

Des toiles étaient disposées de la même façon lors des essais de traitements avec différents produits insecticides ou différents appareils.

On ne dispose pas encore d'un nombre suffisant d'observations, mais on peut en tirer des conclusions intéressantes :

1° Les nombres les plus élevés de capsides (jusqu'à soixante-neuf pour dix toiles dans les environs de Niablé) ont été observés entre les mois d'août et de décembre ; à partir de janvier, les nombres observés décroissent pour devenir voisins de zéro à la fin de la grande saison sèche et durant la grande saison des pluies.

2° On n'a pas observé une proportion élevée de *Distantiella* parmi les capsides tués, en dehors des régions où la pluviométrie est plus faible (par exemple, région d'Abengourou).

3° Les dégâts importants dus aux capsides apparaissent avec des nombres de dix à quinze capsides pour dix toiles. En dessous de ces valeurs, il ne semble pas utile d'effectuer des traitements insecticides. Les traitements insecticides se situeront donc principalement entre les mois d'août et de décembre pour la plupart des régions à cacao de Côte d'Ivoire.

4° Les *Sahlbergella* et les *Distantiella* sont sensibles à la plupart des insecticides ; tous les traitements, dont nous avons examiné l'effet, ont entraîné la chute des capsides sur les toiles, au cours des vingt quatre heures qui ont suivi le traitement. Ainsi dans le cas d'une atomisation de 50 l par ha d'une émulsion d'Aldrine à 2 %, plus de 50 % des insectes touchés sont tombés entre une heure et demie et cinq heures après le traitement.

Différents appareils de traitement insecticides ont été expérimentés en Gold Coast et en Côte d'Ivoire ces dernières années.

Nous n'avons pas connaissance d'essais de traitements aériens. Etant donné l'aspect général des cacaoyères de l'Ouest Africain, il est peu probable que ce mode de traitement soit non seulement économique, mais même praticable.

De tous les appareils essayés (atomiseurs, pulvérisateurs, poudreuses) la préférence va à ces dernières, du fait que l'approvisionnement en eau est toujours aléatoire dans les plantations. Les poudrages avec les petites poudreuses du type Superprocall sont très satisfaisants. Les expérimentateurs du Gold Coast ont recommandé d'autre part, parmi les appareils à moteur, une petite poudreuse à dos, « Knapsack duster Mistral » fabriquée par Birchmeier Co-Kunten (Suisse) qui revient, en Gold Coast, à 75 livres sterling environ.

Les poudres insecticides utilisables dans ce cas sont des poudres pour poudrage, par exemple, poudres à 5 % de DDT, poudres à 10 % ou 25 % de HCH, poudre à 2,5 % d'Aldrine. Les doses à répandre sont de l'ordre de 20 à 26 kg à l'hectare. Etant donné la sensibilité des capsides aux différents produits, on s'orientera vers les poudres les moins chères, par exemple les poudres de HCH.

Relations entre les traitements insecticides et la fécondation

On pouvait se demander si la pratique des traitements insecticides ne risquait pas d'entraîner paradoxalement une baisse de production en agissant sur le pollen ou les insectes pollinisateurs.

Deux auteurs américains, Naundorf et Miller (1952), ont étudié l'influence de différents insecticides sur la germination des grains de pollen de cacaoyer sur agar-agar.

Le DDT, le Chlordane et le Toxaphène réduisent considérablement le pourcentage de germination, alors que l'Aldrine et la Dieldrine ne le modifient pas.

Dans la pratique, ces considérations ont peu d'importance, les poudres insecticides ne pouvant venir au contact que d'une fraction infime des grains de pollen produits dans la cacaoyère durant une année.

Par contre, il était possible que ces traitements affectent les insectes responsables de la fécondation croisée. Ce sont dans l'Ouest Africain de petits Diptères de la famille des Ceratopogonidae (genres *Forcipomyia* et *Lasiohelea*). Posnette (1950) a montré que l'importance de la pollinisation croisée, en Gold Coast, est de l'ordre de 18 à 43 %.

D'après le rapport annuel du WACRI de 1952-53, des poudrages au DDT à 5 %, répétés pendant un an toutes les trois semaines, dans la même parcelle, n'ont pas modifié de façon significative la production de cabosses. La floraison a été normale, et d'autre part, les arbres ont été exempts d'attaque de capsides.

En résumé, la pratique des poudrages dans les cacaoyères en pleine production doit être recommandée si on observe des attaques importantes de capsides, à condition que les cours de cacao rendent l'opération rentable.

4. LA LUTTE CONTRE LES COCHENILLES VECTRICES DU SWOLLEN-SHOOT

On considère que les différentes formes de « swollen shoot » (viroses du cacaoyer) sont transmises par des espèces de cochenilles de la famille des Pseudococcidae, dont une espèce *Pseudococcus njalensis* Laing. est de très loin la plus fréquente dans notre Territoire. Il est donc naturel de penser à lutter contre cette maladie en supprimant les vecteurs.

Les cochenilles étant protégées d'une part par des sécrétions cireuses, d'autre part par des abris construits autour d'elles par les fourmis qui les accompagnent, les traitements insecticides usuels ont peu d'action sur elles. Cette action existe pourtant, il est évident que les premiers stades très actifs, et les mâles ailés doivent être aussi sensibles au DDT ou au HCH que la plupart des autres insectes.

Ces traitements agissent par ailleurs sur les fourmis qui protègent les cochenilles, et gênent ainsi indirectement la multiplication de ces dernières.

Cependant, la destruction presque totale des colonies de *P. njalensis* Laing., en plantation, n'a pu être obtenue que grâce à la découverte d'un insecticide systémique, le **Hanane**.

Le compte rendu de ces expériences remarquables a été donné dans la revue anglaise *Nature* par Nicol (1952) et par Hanna, Heatherington et Judenko (1952).

A) **Au laboratoire** :

Des échantillons d'octométhylpyrophosphoramide et de Hanane « bis-dimethylamino fluorophosphine oxyde » ont été étudiés en Gold Coast vis-à-vis de trois Pseudococcidae très communs : *P. njalensis*, *P. citri* Risso et *Ferrisia virgata* Ckll.

Les produits furent ajoutés à des solutions nutritives servant à la culture des plants de cacaoyer sur lesquels se trouvaient les cochenilles.

Dans une première série de tests, les solutions nutritives contenaient 10-50 et 100 pp. m. d'insecticide. Les solutions étaient aérées à intervalles réguliers et maintenues au niveau initial par addition d'eau distillée. Durant les huit semaines qu'ont duré les expériences, les plantes ont poussé normalement, en dehors des effets phytotoxiques mentionnés plus loin. On a pensé que la présence d'un supplément de phosphore (apporté par l'insecticide) pourrait avoir une action stimulante sur la croissance, mais l'analyse statistique des hauteurs des plants, avant et après l'expérience, ne montre rien de tel.

L'octométhylpyrophosphoramide n'a aucune action à 100 p. p. m. Ce n'est qu'aux concentrations de 200 à 500 p. p. m. que cet insecticide réduit de façon sensible les colonies de *Pseudococcus citri*.

Le Hanane est efficace à 10-50 et 100 p. p. m. Même à 10 p. p. m., on observe déjà au bout de deux semaines la réduction des colonies de *Pseudococcus*. Au bout de deux à six semaines les cochenilles sont complètement détruites.

A 200 et 500 p. p. m., ce produit est toxique pour les plants.

B) **En plantations** :

Les meilleurs résultats ont été obtenus en appliquant l'insecticide Hanane directement dans le sol, autour du tronc. Parmi les cinq cents arbres traités, naturellement infestés de *Pseudococcus*, 10 % furent choisis au hasard et abattus. On compta sur ces arbres toutes les cochenilles visibles à la loupe binoculaire.

Après six semaines, on a constaté une réduction du nombre de cochenilles de 99,9 %. Avec trois traitements à huit semaines d'intervalle, le nombre des cochenilles a été maintenu à un niveau très bas pendant six mois.

Il est remarquable que ces traitements soient absolument sans action sur les insectes pollinisateurs, et ne gênent nullement le développement des fleurs.

Les parasites et les prédateurs des cochenilles ne sont pas non plus touchés par le traitement.

En fait, l'utilisation du Hanane n'est pas passée dans la pratique pour plusieurs raisons : notamment le coût élevé de cet insecticide, et le danger très réel que courent les manipulateurs du produit.

5. LES BORERS DU CACAOYER

La tige des jeunes arbres, les rameaux, le tronc et les racines de cacaoyers adultes sont fréquemment minés par les larves de différents insectes, dont nous allons signaler rapidement les principaux.

A) **Coléoptères Cerambycides** :

Les plus nuisibles sont les *Tragocephala*, dont la larve mine les tiges des jeunes plants, les gourmands, les branches ou les racines. La femelle recherche l'emplacement de la branche ou du gourmand situé entre la partie verte et la partie aoûtée, découpe l'écorce et ceinture ainsi la branche, ce qui provoque le flétrissement de l'extrémité. Sur certaines branches elle dépose un œuf. La larve creuse une galerie d'abord située dans l'extrémité de la branche ou du gourmand, puis dirigée vers la base. En

cours de route, elle pratique de petites fenêtres dans l'écorce pour rejeter ses excréments et les débris provenant du travail de forage.

On peut facilement lutter contre ces larves dans les jeunes plantations par des inspections régulières. Les plants attaqués seront taillés à quelques centimètres au-dessous du dernier orifice d'évacuation des débris.

Les espèces nuisibles dans l'Ouest Africain sont *Tragocephala nobilis* F. et *T. chloris* Chevr. Au Congo Belge, des espèces voisines (*T. Mayneii*, *T. Guerini* White) semblent avoir une importance plus grande que chez nous.

Les *Glenea* attaquent le tronc des arbres âgés, surtout au niveau du collet. Les larves creusent des tunnels dans toutes les directions au-dessous de l'écorce, les arbres atteints étant facilement reconnaissables aux galeries d'aération. Les dégâts sont sans importance, car il s'agit d'arbres sur le point de mourir.

Les Mallodon Downesi sont des Longicornes de grande taille (5 à 6 cm de longueur) dont les larves vivent dans les vieux troncs ou dans le terreau.

D'après Lepesme, c'est à tort qu'on a signalé cet insecte comme nuisible au cacaoyer. Ce jugement est peut-être un peu trop catégorique, car, s'il est certain que les arbres attaqués par les larves de *Mallodon Downesi* sont des arbres âgés, il est aussi certain que la présence d'une vingtaine de grosses larves de *Mallodon Downesi* dans un tronc ne peut qu'accélérer gravement le dépérissement de l'arbre.

Les galeries sont d'abord creusées dans le bois mort, mais la larve peut attaquer ensuite le bois vivant, laissant derrière elle de gros débris. Dans les plantations très attaquées, on peut retarder le dépérissement des arbres en supprimant les branches ou les parties de tronc attaquées, en essayant de tuer les larves avec un fil de fer, et surtout en badigeonnant les plaies de taille avec un produit cicatrisant. C'est ce que font certains planteurs dans la région de Gagnoa.

B) **Lépidoptères Cossidae :**

On peut trouver également dans l'axe des jeunes plants des chenilles des deux espèces de Cossidae, vivant indifféremment sur cacaoyer ou caféier : *Eulophonotus myrmeleon* Feld., *Duomitus Armstrongi*.

De même que la plupart des chenilles qui vivent en « borers », la galerie est coudée à angle droit au niveau de l'orifice, ce qui rend difficile l'introduction d'un fil de fer.

On peut faire, avec plus ou moins de chances de succès, une injection d'un insecticide à forte tension de vapeur (Chlordane, Lindane) dans la galerie du borer.

De façon générale, les borers du cacaoyer ont relativement peu d'importance, les dégâts les plus spectaculaires dans les plantations étant dus en général à des capsides.

6. INSECTES ENDOMMAGEANT LES CABOSSES

Les dégâts causés aux cabosses par les insectes sont évidemment plus frappants et la très grande majorité des planteurs croient volontiers que ce sont uniquement ces insectes qu'il faut chercher à combattre.

Les cabosses sont un milieu de multiplication idéal pour les capsides, mais nous avons vu que les traitements envisagés contre *Sahlbergella* et *Distantiella* étaient motivés par les dégâts causés aux rameaux avant toute autre chose ; c'est pourquoi lorsque les capsides présents sur les cabosses sont des *Helopeltis*, le planteur ne doit pas s'inquiéter outre mesure.

Il reconnaîtra facilement les attaques d'*Helopeltis* à ce que les taches noires qui se développent autour des points de piqûres sont petites et clairsemées sur toute l'étendue de la cabosse, surtout du côté éclairé. Les piqûres de *Sahlbergella* et de *Distantiella* sont au contraire localisées à la base de la cabosse, ou dans les endroits où la cabosse touche le tronc ou une autre cabosse.

Le péricarpe de la cabosse est miné par la chenille d'un Noctuidae, *Characoma stictigrapta* Hemps. Les galeries de la chenille n'atteignent pas les graines, excepté sur les très jeunes cabosses. Bien que le pourcentage de cabosses attaquées soit souvent très élevé et que les cabosses atteintes soient plus sensibles à la pourriture des cabosses, il n'y a pas lieu de s'en alarmer. La maladie de la pourriture des cabosses a une influence beaucoup plus grande sur la chute des rendements des cacaoyères et elle n'est pas étroitement liée à la présence des chenilles de *Characoma*.

7. LE THRIPS DU CACAOYER, *SELENOTHRIPS RUBROCINCTUS*

On observe constamment sur un lot de feuilles prélevé dans une cacaoyère peu ombragée un grand nombre de thrips, à tous les stades.

Ces minuscules insectes se nourrissent en suçant la sève à la face inférieure des feuilles ou sur les cabosses. Les larves sécrètent par l'anus une gouttelette de liquide qui, lorsqu'elle tombe sur la feuille, laisse un dépôt et occasionne une petite tache noire.

L'abondance des thrips sur le feuillage du cacaoyer entraine le dessèchement et la chute des feuilles. Dans certains pays, le thrips du cacaoyer peut se multiplier au point de devenir un véritable fléau. Dans l'Ouest Africain, il reste un insecte d'importance secondaire.

D'après des observations précises faites à Owena (en Nigeria) le nombre des thrips dans une cacaoyère présente des variations saisonnières : quel que soit le type d'ombrage, ce nombre est maximum durant les mois de saison sèche. D'autre part, il existe une corrélation négative entre ce nombre et la hauteur des chutes de pluies du mois précédent.

Enfin, le nombre des thrips est directement lié à l'intensité lumineuse. Dans les cacaoyères très ombragées, il est insignifiant (Rapp. annuel du Wacri, 1947-48).

On ne doit donc pas être surpris si, dans une cacaoyère peu ombragée, on observe à la suite d'une grande sécheresse des pullulations anormales de thrips, entrainant momentanément le jaunissement du feuillage et sa chute prématurée.

CONCLUSION

On trouvera dans des ouvrages spécialisés la liste d'un grand nombre d'insectes piqueurs ou défoliateurs vivant sur le cacaoyer, mais il est rare que des dégâts très importants puissent être causés par d'autres insectes que ceux dont nous venons de parler.

Il semble que le planteur doive avant tout prendre des mesures de lutte contre les insectes qui s'attaquent aux jeunes plants : punaises et borers. L'utilisation des insecticides de synthèse dans ce cas est absolument nécessaire si l'on veut éviter de nombreux remplacements. Il n'y a aucune réserve à faire quant à l'utilisation des émulsions de DDT en badigeon et on peut recommander cette pratique, d'autant plus vivement, qu'elle est tout à fait à la portée des planteurs de Côte d'Ivoire. Trois traitements par an représentent une dépense encore modeste ; le problème est de vulgariser cette technique et d'en faire comprendre l'utilité.

L'utilisation des émulsions de DDT à 2,5 % présente également un intérêt indiscutable dans la régénération des cacaoyères. Lorsqu'une partie de la cacaoyère a été très endommagée par les attaques de capsides, et s'il s'agit d'arbres déjà âgés, on peut récéper les arbres et, au fur et à mesure de la croissance des gourmands, les badigeonner au DDT, selon la même technique que pour les jeunes plants. Cette opération permet d'obtenir une production appréciable de cabosses, dans un délai beaucoup plus court que pour une plantation faite à partir de semis.

RÉSUMÉ. — *Plusieurs insectes attaquent les plantations de cacaoyers en Côte d'Ivoire.*

1°) *Ce sont d'abord plusieurs espèces de scolytes, dont* Xyleborus morstatti *est le plus fréquent. Il ne semble pas que par eux seuls les scolytes puissent commettre des dégâts importants ; des défauts du sol ou du climat sont à incriminer simultanément.*

2°) *Les capsides* (Sahlbergella *et* Distantiella) *peuvent amener la mort de jeunes cacaoyers par leurs piqûres répétées. On peut lutter efficacement contre ces punaises en badigeonnant les tiges, trois fois par an, avec une émulsion ou une suspension aqueuse de* DDT *à* 2,5 %.

3°) *Dans les plantations en production, les mêmes punaises peuvent être détruites par des poudrages au DDT à* 5 %, *au HCH à* 10 % *ou* 25 %, *à l'Aldrine à* 2,5 %. *Il ne semble pas que ces poudrages nuisent, ni directement, ni indirectement, à la fécondation.*

4°) *La lutte contre les cochenilles vectrices du swollen shoot et principalement contre* Pseudococcus njalensis *pourrait être menée avec un insecticide systémique : le Hanane. Mais cet insecticide est cher, sa manipulation est dangereuse, et son emploi n'est pas entré dans la pratique.*

5°) *Divers borers attaquent les cacaoyers. Leurs dégâts sont limités, ils n'attaqueraient que les arbres en train de dépérir. On peut lutter contre eux.*

6°) *D'autres insectes attaquent les cabosses. Ce sont ceux signalés plus haut et des* Helopeltis. *Sur cabosses leurs dégâts sont faibles.*

7°) *Le thrips du cacaoyer,* Selenothrips rubrocinctus, *peut amener le jaunissement du feuillage et sa chute prématurée. Il ne se développe que dans les cacaoyères peu ombragées.*

L'Auteur conclut que seuls les punaises et les borers présentent un danger sérieux pour les cacaoyers et plus particulièrement sur les jeunes plants. On peut lutter par des badigeonnages au DDT, ou, sur une cacaoyère âgée, par des recépages provoquant la pousse de jeunes tiges.

SUMMARY. — *In the Ivory Coast there are several insect pests attaching cocoa plantations.*

1°) *Among these, several species of Scolytus that may be observed,* Xyleborus morstatti *is the most frequent. However, it does not appear that scolytus alone are liable to cause important damages, these are generally brought about in conjunction with soil or climate deficiencies.*

2°) *Capsids such as :* Sahlbergella *and* Distantiella *may after repeated stinging cause the death of young cocoa trees. Efficient control against these pests may be obtained either with an emulsion or a water suspension with* 2,5 % *DDT spread on the stems, with a brush, three times a year.*

3°) *In plantations giving yields, these same bugs may be destroyed by dusting with* 5 % *DDT,* 10 % *or* 25 % *BHC,* or 2,5 % *Aldrin. These dustings do not appear to affect pollination directly or indirectly.*

4°) *Control of beetles vectors of swollen shoot and primarily of* Pseudococcus njalensis *could be obtained with a systemic insecticide, such as : Hanane. But the latter is expensive, dangerous to handle and its use is still new to many.*

5°) *Cocoa is attacked by various borers. However, they are not considered to be very troublesome, as they are said to attack only dying trees. They can be kept under control.*

6°) *Other insect pests attack the cocoa pods.* Helopeltis *and the above mentioned are among these. The damage caused by them to the pods is not of importance.*

7°) *Cocoa thrips* (Selenothrops rubrocinctus) *is liable to bring about the yellowing of the leaves and their premature shedding. It only develops in plantations with little shade.*

The Author concludes that bugs and borers are the only pests presenting a serious danger to cocoa and particularly on the young plants. They can be kept under control by means of DDT spread with a brush, or eventually, on old plantations, by pruning in order to facilitate the growth of young stems.

RESUMEN. — *En la Costa de Marfil hay muchos insectos afectando las plantaciones de cacao.*

1°) *Desde luego hay muchas especies de Escolytes, entre las cuales,* Xyleborus morstatti *es el mas frecuente. Todavia no parece que los escolytes solos puedan llevar a cabo danos importantes, defectos de suelo u di clima deben ser incriminados conjutamente.*

2°) *Los capsides :* Sahlbergella *y* Distantiella *pueden matar las plantas jovenes por sus picaduras repetidas. Se puede obtener un control eficiente de esos insectos en aplicando, tres veces por ano, sobre los tallos una emulsion o una suspension acuosa de DDT à* 2,5 %.

3°) *En las plantaciones en produccion, estos mismos insectos se controlan con aplicaciones de polvos de DDT à* 5 %, *de HCH a* 10 ‰ 25 % *y Aldrine a* 2,5 %. *No parece que la fecundacion aya sufrido directamente o indirectamente de esas aplicaciones de polvos.*

4°) *El control de las cochinillas vectoras del « swollen shoot » y principalmente del* Pseudococcus njalensis *puede harcese por medio de un insecticide sistemico : el Hanane. Pero este ultimo es caro, su manejo es peligroso y el uso de ese producto no es todavia entrado en la practica.*

5°) *Varios minadores atacan esta planta. Los danos hechos son de poca importancia, ademas que estos minadores ataquerian solo los arboles enfermos.*

6°) *Hay otros insectos que atacan las vainas del cacao. Entre ellos hay los insectos ya citados y algunos* Helopeltis. *No causan danos de una importancia cualquiera.*

7°) *El thrips del cacao :* Selenothrips rubrocinctus *puede amarillecer las hojas y las hacer caer antes de la estacion. Ese, solo se desarolla en las plantaciones con poca sombra.*

Concluye el Autor diciendo que solo los chinches y los minadores presentan un peligro serioso y mas especialmente para las plantas jovenes. El control puede llevarse a cabo con aplicaciones de DDT liquido o en caso de plantacion de edad por cortas favorenciendo el crecimiento de tallos nuevos.

BIBLIOGRAPHIE

ALIBERT (H.). 1951. — Les insectes vivant sur les Cacaoyers en Afrique Occidentale. I. F. A. N. Dakar.

AHRENS et VANDENPUT. 1952. — La lutte contre les ennemis des principales cultures pérennes de la Cuvette Centrale Congolaise. Bruxelles.

GHESQUIÈRE. 1933. — Rôle des Ipides dans la destruction des Végétaux au Congo Belge. *Annales de Gembloux*, janvier 1933, p. 24.

HANNA, HEATHERINGTON, JUDENKO. 1952. — Control of the mealybug vector of the Swollen-Shoot by a systemic insecticide. *Nature*, n° 4295, p. 334-5.

LEPESME. 1953. — Coléoptères Cérambycides de la Côte d'Ivoire. I. F. A. N. Dakar.

NAUNDORF et MILLER. 1952. — Influencia de algunos insecticides sobre la fecundacion de Cacao. Cacao en Colombia, vol. 1, (1952), p. 87-8.

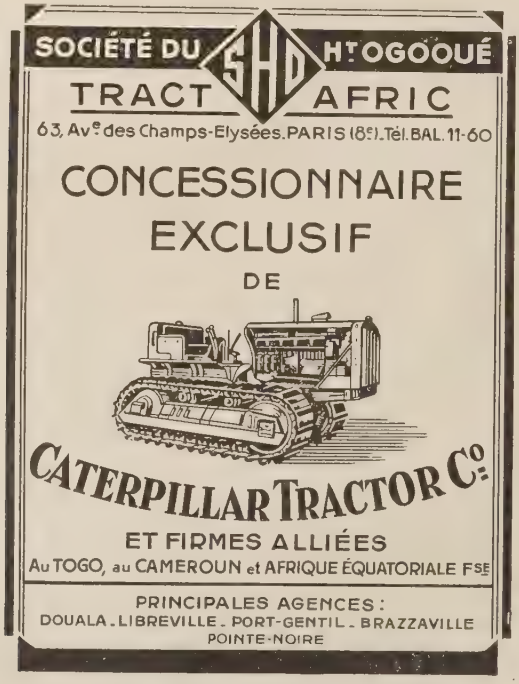
NICOL. 1952. — Systemic insecticides and the mealybug vectors of Swollen-Shoot of cacao. *Nature*, n° 4290, p. 120.

POSNETTE. 1950. — The pollination of cacao in the Gold Coast. *Journ. Hort. Sci.*, 25 (part. 3), p. 155-63.

SOETARDI. 1950. — De betekanis Van insecten by de bestmiving van *Theobroma cacao*. Arch. Koffieccult., 17, p. 1 à 31.

STRICKLAND. 1951. — The entomology of Swollen-shoot of cacao. *Bull. Ent. Res.*, vol. 41, p. 725-48, vol. 42, p. 65-103.

WILLIAMS. 1953. Field observations on the Cacao mirids, *Sahlbergella singularis* and *Distantiella Theobromae*, in the Gold Coast. *Bull. ent. Res.*, vol. 44, pt. 1, p. 101, 19 ; vol. 44, pt. 3, p. 427-37.



INSECTES DANGEREUX AUX CULTURES DU CACAOYER AU CAMEROUN

par **E. M. LAVABRE**
Chef du laboratoire d'entomologie du Centre de recherches agronomiques de Nkolbisson

Ainsi qu'il ressort de l'article de M. Magnin, les insectes les plus dangereux aux cultures du cacaoyer sont les capsides. Il en est de même au Cameroun, où les trois espèces suivantes se rencontrent avec plus ou moins d'abondance.

I. CAPSIDES

Sahlbergella singularis Haglund, « punaise mouchetée ».

Distantiella theobromae Distant, « punaise noire ».

Helopeltis Bergrothi Reut., « moustique » du cacaoyer.

Sahlbergella singularis est de loin l'espèce la plus commune et la plus dommageable aux cultures. Elle existe pratiquement sur toutes les plantations et à travers toute la zone cacaoyère. Cette punaise en association avec des champignons est responsable d'une grave maladie : le dessèchement des rameaux du cacaoyer, au Cameroun.

En raison de sa gravité et de son importance nous consacrerons un paragraphe à cette affection.

a) La maladie du dessèchement des rameaux du cacaoyer

I) Apparition de la maladie.

Elle a été signalée depuis plus d'une dizaine d'années. Cependant ces derniers temps elle a sensiblement développé son aire d'extension.

II) Localisation.

La maladie est répandue dans toute la zone de culture cacaoyère et il est possible de rencontrer le dessèchement un peu partout. Néanmoins, la gravité de cette affection est maxima dans la Région de Dja et Lobo, notamment le long des pistes de Sangmélima à Bengbis, principalement dans le canton de Bengbis Endam.

III) Variation des attaques au cours de l'année.

On observe une recrudescence du dessèchement en juillet et en août, période au cours de laquelle nous avons remarqué un accroissement sensible des populations de capsides.

IV) Symptômes de la maladie et dégâts observés.

Les arbres attaqués présentent un aspect brûlé : beaucoup de bois mort et un feuillage réduit. Souvent tous les rameaux supérieurs sont desséchés.

A partir de la fourche de l'arbre et sur les branches maîtresses se développent de jeunes pousses qui, bientôt attaquées, se dessèchent et meurent. Elles sont successivement remplacées par de nouvelles, sorties de petits gourmands qui subissent le même sort...

Cette apparition de courts rejets qui se succèdent contribue à donner aux cacaoyers un aspect buissonnant.

Ainsi, l'attaque de l'insecte se produit surtout sur des rameaux en sève et herbacés. Sur l'épiderme encore vert apparaissent à la place et autour des piqûres des taches marron, déprimées au centre.

La nécrose des tissus lésés causée par la sécrétion toxique de la piqûre entrave d'une part la circulation de la sève et crée, d'autre part, une porte d'entrée à différents champignons, en particulier à l'espèce *Calonectria rigidiuscula* (B. et Br.) Sacc., qui généralise l'infection et contribue à amener la mort des petites branches.

V) Facteurs de la maladie.

La maladie est due à l'attaque conjuguée et successive de deux parasites : insectes : *Sahlbergella singularis* surtout, et champignon : *Calonectria rigidiuscula.*

D'autres facteurs : insolation, terrain, ne sont pas déterminants mais interviennent dans l'évolution de la maladie d'une manière appréciable.

Bien que les *Sahlbergella* soient dans presque tous les cas responsables des dommages observés, les *Distantiella* peuvent également provoquer les mêmes dégâts. Nous donnerons une description succincte de chacun de ces insectes.

VI) Description des parasites primaires.

Sahlbergella singularis Haglund
a) adulte ; b) œufs ; c) larve ; d) nymphe.

Sahlbergella singularis Haglund.

Forme allongée, 9 à 10 cm de long, couleur gris sale moucheté de brun ; très homochrome avec le support ; tête élargie, yeux très saillants de part et d'autre ; antennes très caractéristiques : les trois derniers articles renflés en forme de massue ou d'obus. Insectes peu chitinisés et assez mous au toucher. Les larves rappellent l'adulte, mais sont beaucoup plus rondes et évidemment dépourvues d'ailes.

Distantiella theobromae.

Même aspect général que *Sahlbergella.* Cependant coloration plus foncée : brun prononcé, quelquefois noir. Les trois derniers articles des antennes permettent l'identification facile par rapport aux *Sahlbergella.* Ils sont ici peu étirés, presque globuleux.

Biologie.

Ces insectes piquent à tous les stades les branches, rameaux, bourgeons, cabosses. Ils insèrent leur rostre en profondeur dans les tissus de l'écorce, souvent jusqu'au bois. En même temps qu'ils aspirent la sève, ce qui représente une déprédation, somme toute de peu de gravité, ils injectent une sécrétion salivaire très toxique, qui provoque la lyse et ultérieurement la nécrose des cellules et, se traduit par l'apparition des zones mortes ou taches.

La ponte a lieu tout au long de l'année, et les œufs sont insérés à l'intérieur des tissus tendres et des pédoncules des cabosses. Leur présence, difficilement décelable, n'est perceptible que par l'émergence de deux fins filaments respiratoires externes. L'incubation dure de seize à vingt jours et la durée moyenne du cycle de l'insecte, de l'œuf à l'adulte, est de cinq à sept semaines.

On appelle **poches à capsides** (capsid pockets) des endroits, où l'on note une concentration de ces insectes plus élevée qu'aux environs. Les arbres y sont beaucoup plus attaqués et ces zones constituent les foyers d'infection pour les plantations voisines.

Un des facteurs les plus importants de tels rassemblements paraît être une trouée dans le couvert végétal. Nous avons noté en effet, au cours des expériences faites à la station de Nkoémvone, qu'à l'intérieur de deux parcelles (parcelles 6 et 8), où existaient des poches à capsides, celles-ci correspondaient effectivement à un couvert très clairsemé. On sait également que le dessèchement des rameaux de cacaoyers est observé d'une manière plus forte, tout au long des pistes qui constituent une zone éclairée obligatoire importante dans l'ombrage forestier.

Ainsi, en règle générale, un couvert bien constitué est un facteur fortement limitatif des pullulations de capsides, et, inversement, l'absence de couvert prédispose les cacoyers à devenir les foyers d'infection.

Des expériences très précises faites à Tafo confirment péremptoirement cette thèse. Dans deux parcelles les cacaoyers furent étêtés : l'une laissée sans ombrage, l'autre ombragée d'un couvert de nattes ; une troisième servit de témoin. Cette taille sévère de deux parcelles provoqua la sortie de jeunes pousses, nourriture favorite des capsides. Les insectes s'y multiplièrent donc rapidement, mais alors que la parcelle sans ombrage abritait, en fin d'expérience, cinq cent cinquante-cinq capsides, celle qui était ombragée n'en comptait que cent quatre-vingt-dix-sept ; soit près de trois fois moins. La preuve était ainsi faite, toutes choses égales par ailleurs, que le couvert exerce une influence prépondérante et limitatrice dans l'évolution des populations des parasites.

En pratique il sera donc indispensable, pour éviter le « die back » des cacaoyers, de prescrire en première urgence la mise en place d'un couvert, constitué provisoirement de plantes à croissance rapide : bananiers, *Tephrosia*, qui seront supprimées au fur et à mesure de la croissance du couvert définitif planté en même temps.

Un exemple de couvert pourrait consister dans la plantation simultanée de bananiers, de pisquins (*Albizzia melanocarpa*), d'essaks (*Albizzia* sp.).

Les bananiers seraient conservés pendant quelques années, puis abattus quand les pisquins formeraient un couvert assez dense, ceux-ci à leur tour, quinze à vingt ans plus tard, céderaient leur place aux essais de croissance plus lente mais de longévité beaucoup plus grande.

Méthode de lutte.

La première mesure consistera en une taille très complète des rameaux desséchés pour enrayer la progression du champignon amené par les capsides. **Il sera indispensable de faire suivre la taille d'un traitement insecticide ou mixte énergique.**

L'un des meilleurs traitements connus à ce jour est un badigeonnage des fourches et des branches avec une solution insecticide douée d'une forte remanence et suffisamment adhésive pour ne pas être lavée par les pluies (cf. article précédent de J. Magnin).

Différentes préparations commerciales, par exemple Neocid Emulsion 20 %, composé de DDT, d'un solvant organique, en l'occurrence du xylol, et d'un émulsifiant, donnent à cet égard toute satisfaction. Cette préparation s'emploie à raison d'une partie pour neuf parties d'eau. On obtient ainsi une émulsion laiteuse, stable qui est passée en badigeon aux endroits où les capsides ont coutume de se tenir (fourches, départ des branches secondaires).

Ces traitements expérimentés d'abord en Gold Coast, puis à Abengourou en Côte d'Ivoire et à Nkoémvone au Cameroun se sont révélés d'une efficacité parfaite.

Cependant, si le problème de la protection des jeunes arbres semble résolu par cette méthode, il n'en est malheureusement pas de même pour les plantations adultes, où la hauteur des arbres et la difficulté d'opérer rendent ces traitements difficiles.

Lors d'essais de traitements démonstratifs entrepris par MM. Grimaldi et Lavabre, dans le canton de Bengbis, la formule habituellement employée et qui a donné satisfaction était de composition suivante : par 100 litres d'eau, 2 kg d'une préparation à 12 % de HCH* (Hexalo) soit 240 g de HCH technique, ou 28 g d'isomère gamma par hl. Ajouter à l'eau le HCH et brasser assez longtemps pour homogénéiser le mélange. La bouillie ainsi obtenue est pulvérisée sur les plantations, soit au moyen d'appareils individuels, genre Vermorel, soit, au cours des traitements démonstratifs, à l'aide d'appareil à grand rendement : Buffalo turbine par exemple.

Ce dernier, que nous avons préconisé pour les traitements à partir des routes et des pistes carrossables, donne d'excellents résultats puisqu'il traite en profondeur jusqu'à 40 m ; mais son emploi ne saurait être partout généralisable et la majorité des plantations doivent être entretenues et pulvérisées par leurs propriétaires.

La reconstitution ou la mise en place d'un couvert suffisant complètera ces mesures.

Cette méthode de lutte ici décrite n'est pas seulement théorique, elle a été conduite expérimentalement au village d'Endam, et l'efficacité en a été vérifiée.

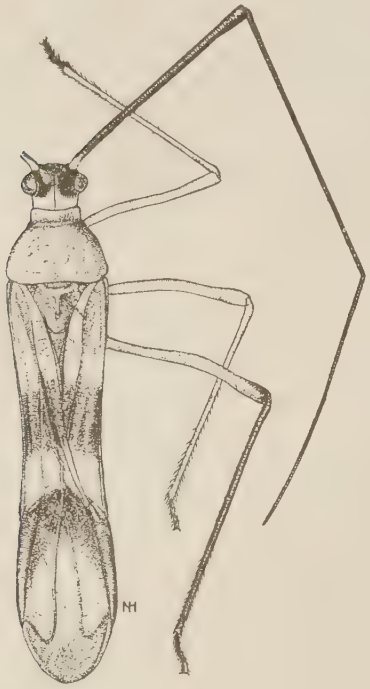
* Des essais en laboratoire nous ont permis de démontrer que le H C H et le D D T ont un pouvoir insecticide comparable. Le H C H est ici préféré en raison de son prix moins élevé que celui du D D T.

b) Capsides nuisibles autres que *Sahlbergella*

Distantiella theobromae peut, par ses piqûres, provoquer la maladie du desséchement, mais nous ne l'avons jamais rencontrée en nombre, sauf sur plantations de jeunes cacaoyers (station du cacaoyer de Nkoémvone en particulier).

Helopeltis Bergrothi se rencontre couramment. Ses dégâts sont surtout visibles sur cabosses, sous formes de taches noires plus ou moins craquelées.

Il nous semble abusif toutefois de les regarder comme de dangereux déprédateurs. Leurs piqûres peuvent causer la chute de quelques cabosses, mais sont inoffensives sur les cabosses adultes. Tout au plus en altèrent-elles la bonne présentation.



Helopeltis prox. rubrinervis Popp.
♀récoltée sur cacaoyer à Ebolowa (Cameroun)

Tragocephala chloris Chev.

II. AUTRES PARASITES

Dans l'ordre d'importance nous signalerons : un agrotide : *Achaea catocaloides* Guen. ; une punaise pentatomide : *Atelocera serrata* Westw. ; des borers des branches et des troncs : diverses espèces de *Tragocephala*, *Mallodon* sp., *Phosphorus* sp., *Glenea* sp ; enfin les psylles : *Mesohomotoma Tessmanni* Aulm.

Nous donnerons une description succincte et un aperçu de la biologie de ces insectes.

Achaea catocaloides Guen.

Description. Papillon : Au repos forme triangulaire, couleur gris brun avec trois taches transversales plus foncées sur les ailes antérieures.

Chenille : tête noire ou marron, corps gris brun. Une bande rouge brique plus ou moins continue sur la partie médio-dorsale de l'insecte ; deux tubercules briques dorsaux sur la partie abdominale terminale.

Biologie. Les invasions des chenilles de ce Lépidoptère ont lieu d'une manière irrégulière. Certaines années, les déprédations commises sur cacaoyers par ces insectes sont considérables, d'autres années elles ne se manifestent pas ou passent inaperçues.

Les pontes ont lieu au niveau des arbres du couvert, puis les chenilles se laissent descendre sur les plantations, qu'elles peuvent défeuiller complètement sur des centaines de mètres.

Moyen de lutte. Des poudrages de DDT donnent de bons résultats si on les exécute dès qu'on observe la descente des chenilles des grands arbres. Dans les plantations de brousse, éloignées et mal équipées, un échenillage à la main diminuera l'attaque dans de très fortes proportions.

Atelocera serrata Westw..

Ce pentatomide est commun sur les cacaoyers du Cameroun ; bien que moins nuisible que les capsides, il peut occasionner, par ses piqûres, le noircissement et la mort des extrémités.

Description. Grosse punaise à fond de coloration brun mais tachée de nombreuses macules jaunâtres ; bord antérieur du prothorax rouge et découpé en dents de scie ; connexivum à segments alternativement rouges et noirs.

Biologie. L'insecte reste plaqué contre les pousses qu'il pique. La zone autour du point de piqûre noircit dans le cas de tissus jeunes et peut donner lieu à la formation de chancres.

Moyen de lutte. Cet insecte est peu agile. Il est bien visible et un ramassage peut, dans bien des cas, en assurer l'éradication. Des pulvérisations à base de DDT et HCH seront effectuées en cas de forte attaque.

Atelocera serrata Westw.

Borers des troncs et des branches.

On rencontre fréquemment, dans le Sud, de nombreux borers provoquant le flétrissement et la mort des branches. Par ordre de fréquence on observe :

Tragocephala chloris Chev. (Cerambycide).
Eulophonotus myrmeleon Feld. (Lépidoptère megalo-pygide).
Phosphorus gabonator et *P. virescens* Ol. (Cerambycide).
Mallodon downesi Hope (Cerambycide).

La biologie de ces insectes est voisine. Pour tous, la grande durée des stades larvaires leur permet de creuser des galeries ayant fréquemment plus d'un mètre de longueur, ce qui entraîne progressivement la perte des branches.

Les *Tragocephala* progressent généralement de l'extrémité des branches vers la base de l'arbre.

Les *Eulophonotus* au contraire creusent leurs galeries à partir du tronc et cheminent vers le haut.

En raison de la profondeur des galeries, obstruées sur leur parcours de sciure et de déchets, les méthodes d'injection de produits toxiques ou d'introduction de fil de fer sont souvent aléatoires.

En ce qui concerne les *Tragocephala*, qui sont les borers les plus fréquents, l'attaque qui débute par l'extrémité des branches permet de déceler à temps le parasite. Il suffit de faire passer, en début de saison sèche (période d'attaque maxima), une équipe de surveillance qui sectionnera les branchettes, quelques centimètres au-dessous de la zone de dépérissement, pour enlever les larves. Toutes les branches sont alors rassemblées et brûlées.

RÉSUMÉ. — *Les insectes qui causent les plus grands dégâts aux cacaoyers au Cameroun sont des capsides, et principalement le* Sahlbergella singularis Haglund, *qui affaiblissent les plantes par leurs piqûres et permettent l'introduction de champignons, en particulier* Calonectria rigidiuscula (B *et* Br) Sacc. *Cet ensemble provoque la maladie du desséchement des rameaux du cacaoyer. On lutte contre elle, en constituant d'abord un ombrage régulier qui ralentit la pullulation des capsides, ensuite par des pulvérisations d'un insecticide à base de HCH.*

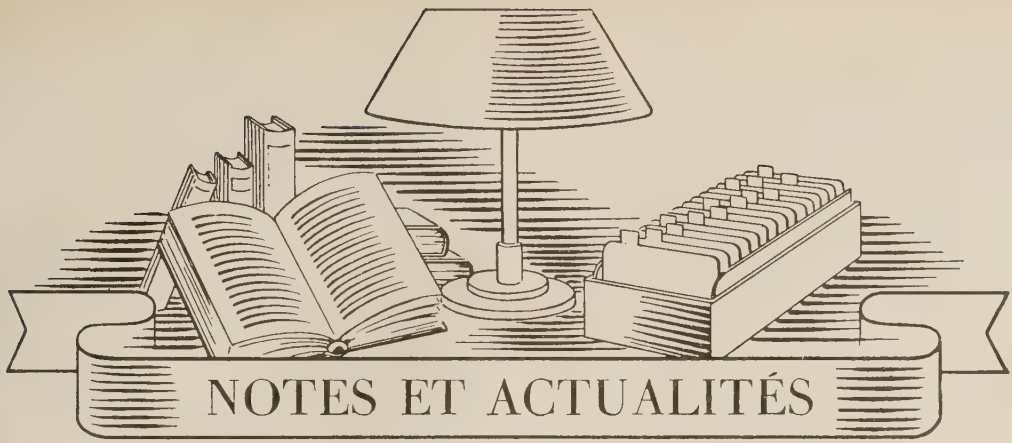
Il existe d'autres parasites que les capsides : un Lépidoptère, une punaise et des borers des tiges et des branches. Ils sont moins dangereux.

SUMMARY. — *Insect pests causing major damage to cocoa trees in Cameroon are capsids, and primarily* Sahlbergella singularis Haglund. *These weaken the plant with their stings which open the way to fungus and particularly to* Calonectria rigidiuscula (B *and* Br)Sacc. *Together, fungus and insect bring about the withering of the young ramifications of cocoa trees. Control operations consist at first in an even distribution of shade in order to slow down the breeding of capsides and of atomisation of an insecticide with BHC.*

There are other pests besides capsids, such as : a lepidoptera, a bug and stem and branch borers. But these are not as harmful.

RESUMEN. — *Los insectos causantes de los mayores daños al cacao en Camerun son capsides y sobretodo* Sahlbergella singularis Haglund *que en picando las plantas las debilita y permit en la introduccion de hongos, y mas particularmente de* Calonectria rigidiuscula (B *et* Br) Sacc. *Juntamente, insectos y hongos causan una enfermedad enflaqueciendo los ramitos del cacao. El control puede obtenerse, primero en estableciendo una sombra uniforme para disminuir la infestacion de los capsides, y luego, con atomizaciones de un insecticida a base de HCH.*

Existen tambien otros parasitos : un lepidoptero, un chinche y algunos minadores de tallos y ramos. Pero estos son menos peligrosos.



X[e] CONGRÈS INTERNATIONAL DES INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES MADRID (30 MAI-6 JUIN 1954)

PAR

M[me] ADDA
Chef de Travaux
Division de Normalisation
Section technique d'agriculture tropicale

A. ANGLADETTE
Directeur de la Section
technique d'agriculture tropicale

Sous le haut patronage de SON EXCELLENCE le Général FRANCO chef de l'Etat Espagnol, et sous la présidence effective du Ministre de l'Agriculture M. CAVESTANY, s'est tenu à Madrid le **X[e] Congrès International des Industries Agricoles et Alimentaires.** A cette très importante manifestation assistaient plus de quinze cents délégués et experts de trente cinq nations.

Au sein de la délégation française on notait la présence de : M. MONET conseiller de l'Union française, M. ANGLADETTE, directeur de la Section Technique d'Agriculture Tropicale, Madame ADDA, chef du laboratoire de chimie de la division de normalisation et de répression des fraudes, MM. DUPAIGNE et SCHWOB de l'Institut des Fruits et agrumes coloniaux, et M. BLAIZOT de l'IRHO. M. SAMIMY, inspecteur général de l'agriculture en Iran, stagiaire de la FAO à la Section Technique d'Agriculture Tropicale, et M[lle] NGUYEN NGO THANH, stagiaire vietnamienne libre à la STAT, s'étaient joints à M. ANGLADETTE et à M[me] ADDA.

Les travaux de ce Congrès furent répartis en trois classes selon qu'ils intéressaient : l'ensemble des industries représentées au Congrès (études générales), un certain nombre seulement d'entre elles (études communes), ou seulement une industrie spécialisée (études particulières).

Trois cent trente quatre communications furent présentées à ce Congrès et soumises aux quarante quatre sections correspondant à ces trois catégories d'études à savoir :

Six sections (I à VI) pour les études générales ;
Dix sections (A à K) pour les études communes ;
Vingt huit sections (1 à 28) pour les études particulières.

Nombre d'entre ces communications furent d'ailleurs soumises à deux ou trois sections différentes lorsque leur objet dépassait le cadre limite d'une section déterminée.

La répartition des communications entre les trois catégories d'études figure ci-dessous.

A l'occasion de ce Congrès et s'intégrant à ses travaux s'était réuni le **III[e] Congrès des Jus de Fruit,** sous la direction de la Fédération internationale des jus de fruit. D'autre part la Commission internationale technique de sucrerie de betteraves, l'Institut international du Froid, et le Bureau international de Chimie analytique avaient autorité sur les sections correspondantes du Congrès.

RÉPARTITION DES COMMUNICATIONS

	Communication spéciales à chaque section	Communication traitées dans une autre section
Etudes générales.		
Définition et normalisation internationales des caractéristiques des produits et sous-produits des industries agricoles et alimentaires, de leurs méthodes d'analyse et de contrôle	42	11
Préservation de la valeur physiologique des aliments au cours des processus industriels de conservation et de transformation	10	
Organisation de l'enseignement, de la documentation et de la recherche dans les industries agricoles et alimentaires	10	
Application des méthodes statistiques dans les industries de conservation, d'extraction et de transformation de la matière vivante	3	

L'hygiène de la fabrication et de la distribution dans les industries agricoles et alimentaires	2	
Les besoins alimentaires de l'homme au travail	2	
Etudes communes.		
Conditions agronomiques susceptibles d'influencer la qualité de la production en regard des industries de transformation	9	
La corrosion dans les industries agricoles et alimentaires	1	
Structure de la membrane cellulaire végétale en relation avec le phénomène de diffusion et d'échange	2	
Recherches systématiques des possibilités d'obtention de races de ferments spécialisés susceptibles de répondre aux différents problèmes posés par les divers processus industriels	1	
Récents progrès dans le domaine de la synthèse microbienne	2	
Recherches récentes sur les amino-acides exogènes d'origine végétale et leur mise en valeur pour les industries alimentaires	2	
Application des diverses radiations dans les industries alimentaires	2	
Utilisation des sous-produits et résidus des industries agricoles	8	5
Epuration des eaux résiduaires industrielles. Réduction des volumes	2	1
Transformation des produits agricoles, spécialement en petites et moyennes entreprises agricoles	1	1
Etudes particulières.		
Sucrerie	28	
Fermentation	5	1
Levurerie	4	
Distillerie	2	1
Œnologie	29	4
Cidrerie	1	1
Vinaigres	1	1
Brasserie	7	
Industrie des céréales	2	1
Meunerie	10	
Boulangerie, biscuiterie, biscotterie	13	
Rizerie	7	
Amidonnerie, féculerie, glucoserie	2	1
Chocolaterie	3	
Laiterie	20	
Crèmes glacées, glaces, sorbets		1
Conserves	27	3
Jus de fruits	10	2
Aromates, condiments, essences alimentaires	3	2
Aliments du bétail	11	3
Huile d'olive et matières grasses	18	2
Cellulose	1	
Textiles	12	
Tabacs	10	
Huiles essentielles	4	
Industries extractives diverses	5	2
Froid	3	1
Divers	9	
	344	

La contribution des établissements de recherche de la France d'Outre-Mer s'éleva à neuf communications.

Mme ADDA :

1-21. Dosage de la caféine dans les cafés verts et grillés. Essais de purification et de sublimation (4 p.).

1-22. Teneur en caféine de quelques cafés des Territoires français d'outre-mer. Influence sur cette teneur de l'espèce ou variété et du degré de torréfaction (6 p.).

1-38. Etude de quelques caractéristiques d'extraits de vanille. Facteurs de variation (9 p.).

M. ANGLADETTE :

12-3. La farine maltée de riz (4 p.).

12-4. Extraction de la phytine du riz (7 p.).

12-5. Extraction des vitamines du riz (12 p.).

M. BLAIZOT :

26-6. Préparation des concentrés caroténés à partir de l'huile de palme.

M. DUPAIGNE :

18-1. Mesure des densités, utilisation d'une colonne à densité croissante pour la mesure des densités des produits des fruits (6 p.).

M. PATRON :

18-6. Oxydations non enzymatiques dans les jus de fruit (3 p.).

M. SCHWOB :

Sans n°. Le rendement statistique en essences de quelques variétés de mandarines et hybrides de mandarines.

***

Certains travaux du Congrès intéressent plus particulièrement les régions tropicales et à ce titre les territoires français d'Outre-Mer ; ils seront analysés succinctement ci-après, section par section ; on pourra se référer pour leur étude détaillée aux textes imprimés complets des communications telles qu'elles furent remises aux congressistes, en attendant leur publication probable dans le compte rendu général de cette manifestation.

ÉTUDES GÉNÉRALES

I. Définition et normalisation internationales des caractéristiques des produits et sous-produits des industries agricoles et alimentaires, de leurs méthodes d'analyse et de contrôle.

a) *Procédés analytiques de détermination de la composition des produits agricoles : comparaison, normalisation.*

b) *Définition et normalisation internationales de ces produits.*

CAFÉ

Quelques communications concernent ce produit et plus spécialement les méthodes d'analyse de la caféine.

Extraction et isolement de la caféine pour l'analyse d'aliments. L. VILLANUA et GARCIA PUERTAS (I-29 et 26-2). Les A.A. étudient les méthodes d'extraction de la caféine de divers aliments stimulants, café, thé et noix de kola, en utilisant successivement des solvants et des procédés de purifications différents. Ils concluent de ces essais que :

Pour le café et le thé, la méthode donnant les meilleurs résultats est celle de Grosfeld et Steinkoff, qui comporte une extraction au tétrachlorure de carbone et une purification au permanganate.

Pour la noix de kola, il est indispensable de traiter le produit avant extraction au chloroforme par de la magnésie afin de libérer la caféine.

Examen chromatographique d'extraits de café. Dr G. MAGRIS et Dr S. MARIS (I-9). Les A.A. utilisent la

chromatographie pour dépister la falsification du café torréfié et moulu et des infusions avec des produits végétaux (blé, orge, maïs, chicorée, lupins, figues., etc...). La chromatographie a été réalisée sur colonne de kaolin. L'infusion de la poudre de café est préparée par ébullition, pendant deux minutes, de 2 g de produit dans 25 cm³ d'eau.

Cette infusion est filtrée sur la colonne, qui est ensuite lavée par 30 cm³ d'eau, puis les chromatogrammes sont développés par une solution diluée à 0,4 % de sulfate de cuivre. Les cafés purs ou falsifiés présentent le même chromatogramme à trois zones : une châtaine, une verte et une jaune, le reste de la colonne présentant une fluorescence bleue aux ultraviolets, due à la caféine alors que les substituants ne présentent que deux zones : une châtaine et une bleue.

Il semble, au fond, que cette méthode ne présente, pour un laboratoire de recherche des fraudes en France, qu'une possibilité d'utilisation assez réduite, car actuellement il n'existe pas de produit, vendu sous le nom de « café » qui ne contienne que des falsifiants en l'absence de tout café. La méthode est donc insuffisante.

Dosage de la caféine dans les cafés verts et grillés ; essai de purification par sublimation. Mme J. Adda (I-21). Utilisation pour ce dosage d'une purification simple et rapide de la caféine extraite au chloroforme, par sublimation.

Teneur en caféine de quelques cafés des territoires français d'outre-mer. Influence sur cette teneur de l'espèce ou variété et du degré de torréfaction. Mme J. Adda (I-22). Les résultats obtenus prouvent que la teneur en caféine varie entre des limites caractéristiques qu'on peut classer par valeurs croissantes de ce pourcentage en : *arabica, liberia, canephora,* mais ne peut permettre la différenciation des variétés. D'autre part les résultats obtenus indiquent une diminution progressive de la teneur en caféine au cours de la torréfaction.

Plantes médicinales.

Etude expérimentale et critique des méthodes rapides de Hegnauer-Fluck pour la détermination des alcaloïdes totaux des Solanacées. J. Cabo Torrès (I-44). Après un résumé des différentes méthodes connues, l'A. effectue une étude critique de la méthode Hegnauer-Fluck pour la détermination des alcaloïdes totaux dans les Solanacées.

Cette méthode consiste en une extraction de la drogue pulvérisée par l'eau acidulée au bain-marie et purification par extraction à l'éther.

L'A. insiste ensuite sur les détails opératoires, qu'il a dû modifier pour rendre la méthode plus rapide et plus facile, sans en diminuer la précision.

Nouvelle méthode de détermination de l'acide cyanhydrique dans les produits cyanogénétiques par distillation directe. Dr J. Cabo Torrès (I-43). L'A. est arrivé aux résultats suivants :

La macération, nécessaire pour obtenir l'hydrolyse des glucosides, doit être réalisée dans de l'eau neutre, à 50°, pendant dix minutes.

Puis on effectue la distillation directe, sans entraînement à la vapeur d'eau, en recueillant l'acide cyanhydrique dans une solution de soude et en le dosant ensuite par le nitrate d'argent en présence d'iodure de potassium comme indicateur.

Cette méthode d'hydrolyse des glucosides par simple macération dans l'eau à 50° pourrait être essayée pour le cas des maniocs et pois du Cap.

Mais la méthode de dosage direct par le nitrate d'argent nous semble moins pratique, étant donné la difficulté de repérage du virage de l'indicateur, que la méthode de dosage en retour d'un excès de nitrate d'argent par une solution de thiosulfate, en présence d'alun de fer comme indicateur, méthode préconisée par le laboratoire de Normalisation de la S.T.A.T.

Normalisation de quelques méthodes d'analyses des plantes médicinales. J. Cabo Torrès, Artigas Gimenez, Mme Pilar, Pardo Garcia, Margaritera Panadero, J. Norti Nava (I-50). Quelques-unes de ces méthodes sont classiques : humidité, cendres, matières grasses, azote.

Les dosages d'alcools et aldéhydes dans les essences sont conformes aux prescriptions admises en France.

Deux méthodes de détermination quantitative de l'essence présente dans les drogues sont décrites avec précision, ainsi que la méthode de dosage des pyréthrines I et II dans les fleurs de pyrèthre.

Miel.

Définition et normalisation internationale du miel d'abeille. Garcia de Vinuesa (I-25). L'A. regrette qu'il n'existe pas de définition unique du miel.

Il considère que les définitions existantes ne sont pas suffisamment précises et propose la suivante :

« Le miel, de senteur et couleur caractéristiques, est une solution concentrée de divers sucres et autres principes naturels, cueillis sur les plantes vivantes par les abeilles et qu'elles gardent dans les cellules de leur rayon en cire. »

L'A., a inclus également une composition moyenne du miel :

eau	24 %
sucres réducteurs	65 %
saccharose	5 %
gommes et dextrines	4 %
divers	2 %

II. Préservation de la valeur physiologique des aliments au cours des processus industriels de conservation et de transformation

a) *Etude de l'évolution dans la constitution des aliments au cours de ces différents processus.*

b) *Conséquences de cette évolution sur leur valeur physiologique et leur digestibilité.*

c) *Problème des améliorants du point de vue physiologique.*

d) *Problème des antiseptiques et des antioxygènes.*

Sous cette rubrique peuvent également être rangées les études se rapportant aux conserves (section 17).

Les moyens de conservation utilisés par les industries agricoles et alimentaires ont pour but d'éviter toute transformation des denrées en cause, ces transformations pouvant être d'ordre chimique, physique et surtout microbien.

Les transformations, les dégradations d'origine microbienne peuvent être évitées par l'emploi de moyens très divers : physiques, chimiques, biologiques ; mais il importe de n'utiliser ces moyens qu'autant qu'ils sont inoffensifs pour le consommateur et qu'eux-mêmes ne réagissent pas sur la denrée conservée. Ce problème général de la toxicité résultant des moyens de conservation utilisés, et du seuil limite au-dessous duquel la conservation n'est plus assurée a fait l'objet d'études nombreuses et particulièrement intéressantes constituant certainement une des originalités de ce congrès.

La détection spécifique des conservateurs dans les aliments basée sur la sensibilité des ferments. Mossel (17-1 I-2).

Quelques fabricants d'aliments conservés augmentent occasionnellement la stabilité des aliments périssables, qui ne peuvent contenir des antiseptiques, en ajoutant de faibles teneurs d'agents antimicrobiens

très actifs. Ces derniers sont, dans bien des cas, fortement toxiques, comme par exemple les dérivés de l'acide monobromacétique et les composés phénylmercuriques. Il existe évidemment des méthodes chimiques pour détecter ces divers antiseptiques, mais elles sont incommodes et souvent très longues. C'est pour cela que le test fermentatif Kluyver (1914) fut adopté comme réaction des composés antimicrobiens en général.

Dans ce test, les produits liquides sont si possible, après stérilisation, ensemencés par un micro-organisme hétéroformentatif approprié, par exemple *Saccharomyces cerevisiae* ou *Aerobacter aerogen*. Si des antiseptiques s'y trouvent à une teneur active, la fermentation est retardée ou inhibée. Pour essayer les aliments solides, tels que les conserves de viandes salées, le produit doit être extrait et l'extrait obtenu essayé de la même façon en ce qui concerne les agents antimicrobiens.

Les limites de détection des antiseptiques courants sont du même ordre de grandeur que les teneurs effectives utilisées en pratique ; la plupart du temps elles sont plus basses.

Conservation des produits agricoles : effets de quelques antiseptiques et antiferments sur les enzymes végétales. E. Castella Bertran et G. Valera Mosquera (II-1).

Afin de déterminer leur valeur comme conservateurs d'aliments, les A. A. étudient l'action sur la carbonicoanhydrase, la rhodanase, la phosphomonoestérase alcaline et phosphomonoestérase acide de la tomate, de l'olive et de l'asperge, de divers antiseptiques et antiferments : nipagin, nipasol, bromoacétate d'éthyle, sel sodique de l'acide déhydroacétique, bromoacétate de benzyle, acide borique et acide salicylique.

Aucun de ces corps ne se comporte systématiquement comme inhibiteur des quatre ferments, les effets étant très variables selon le ferment et pour une même enzyme, selon la plante qui en est productrice. Ce n'est que dans de très rares occasions que l'on arrive à obtenir 100 % d'inhibition et souvent on active le ferment au lieu de l'endommager. L'acide borique et l'acide salicylique ne sont pas inférieurs aux cinq autres corps essayés, plus modernes qu'eux. C'est l'olive qui répond le mieux à ces substances, et c'est l'asperge qui est la plus résistante. Les plus recommandables paraissent être l'acide borique, le nipasol et le nipagin.

Conservation des denrées alimentaires au moyen des produits chimiques. S. W. Souci (II-9 et 17-24).

Dans la République Fédérale Allemande, une réglementation des moyens de conservation utilisables est en cours de préparation. En l'absence d'études systématiques l'admission de ces moyens n'est actuellement que provisoire et n'est applicable pour chacun d'entre eux qu'à un certain nombre de denrées.

Deux conditions fondamentales sont exigées pour l'admission de moyens de conservation chimique ;

a) Efficacité suffisante de conservation, dont la constatation expérimentale doit être faite séparément pour tout aliment ; la connaissance des agents de pourriture doit être poussée au maximum.

b) Possibilité absolue de sa consommation, au point de vue santé. Des essais devront être exécutés sur les animaux en vue de déterminer l'échelonnement des doses toxiques, et leur mode de toxicité : attaque de la flore microbienne de l'intestin, et, par voie de conséquence, obtention d'un état de carence vitaminique, affaiblissement des malades (cas des sulfamides), attributs cancérogènes éventuels, etc. Cette expérimentation doit porter sur les animaux.

Quoiqu'il en soit le nombre des moyens de conservation doit être aussi limité que possible et leur emploi ne doit être envisagé que lorsqu'une conservation s'avère indispensable en vue d'éviter des pertes au point de vue de l'économie publique.

De la toxicité des agents antimicrobiens et de la coopération internationale en matière d'étude de leur toxicité. J. F. Reith (II-8).

Se basant sur la quantité de chaque antiseptique, que le consommateur absorbe avec ses aliments, et en considérant l'effet nocif qui peut être produit par cette quantité, on peut diviser les antiseptiques en quatre groupes :

1) Vraisemblablement non toxiques. Ce groupe contient les antiseptiques, qui ne sont pas nocifs selon l'opinion générale. Ils peuvent être admis comme antiseptiques dans les aliments, si la nécessité économique ou technologique de leur usage est établie.

Exemples : acide acétique, acide propionique, acide lactique, saccharose, acide benzoïque, acide sorbique, esters de l'acide parahydroxybenzoïque (p. e. méthyle, éthyle et propyle).

2) Peut-être toxiques. Ce groupe contient les antiseptiques, qui sont considérés comme suspects par les hygiénistes et qui évoquent des objections du côté de ces experts, quoiqu'il n'est pas suffisamment prouvé que les quantités absorbées sont nocives. Leur présence dans les aliments n'est pas acceptable, sauf dans des cas exceptionnels et uniquement lorsqu'aucun antiseptique du groupe 1 ne peut être utilisé.

Exemples : acide sulfureux, acide formique, triéthanolamine, hexaméthylènetétramine, acide salicylique.

3) Vraisemblablement ou certainement toxiques. Ce groupe contient les antiseptiques que la plupart des hygiénistes considèrent comme nocifs. Ils ne peuvent pas être permis dans les aliments.

Exemples : hypochlorite, fluoride, acide silicofluorhydrique, nitrite, acide borique, acide monochloroacétique, acide monobromoacétique, aldéhyde formique, trioxyméthylène thiourée, phénol, acide parachlorobenzoïque, paratoluolsulfonchloramide (chloramine, halamid), phénylmercurinitrate (merfénil), acide dehydroacétique, bases quaternaires d'ammonium.

4) Toxicité inconnue. Il n'existe pas de données suffisantes sur la toxicité de plusieurs antiseptiques. Aussi longtemps que leur innocuité n'est pas démontrée, ils ne peuvent pas être admis dans les aliments.

Exemples : eau oxygénée, argent, chloropicrine, thymol, acide paracétique, polychlorphénolates de sodium (dowicides), diphényl, orthophénylphénolate de sodium (orthoxénol), paraphénylphénolate de sodium (paraxénol), morpholine, salicylanilide de sodium.

L'attention est appelée notamment sur l'acide borique et l'acide sulfureux. Les données, dans la littérature, sur la toxicité aiguë, subaiguë et chronique de ces deux antiseptiques sont discutées. De la vieille littérature on peut déduire que l'acide borique devrait être prohibé dans les aliments ; cependant des expériences modernes sur la toxicité de cet acide sont urgentes. L'acide sulfureux est la cause d'objections en rapport avec sa toxicité ; quand on veut étudier son introduction dans les aliments, le premier pas pourrait être l'estimation de la quantité d'acide sulfureux, que le consommateur absorbe journellement. En outre on manque d'expériences actuelles sur la toxicité de cet acide.

Les expériences toxicologiques étendues selon les systèmes de Lehman et de Frazer sont très coûteuses et de longue haleine. Il sera nécessaire que les recherches expérimentales, si vastes sur la toxicité des antiseptiques et des autres additions aux aliments, soient répandues dans les laboratoires de pays différents. Les possibilités d'une telle coopération internationale sont discutées.

Projet de réglementation de l'emploi des substances conservatrices dans les aliments espagnols. Sociedad espanola de Bromatologia (I-36, 17-18).

Dans ce projet, les A. A. proposent l'interdiction totale des substances suivantes :

acide bromopropionique, bromobutyrique, bromoïcovalerianique des dérivés et de ses sels, acide salicylique et ses sels ainsi que toutes les substances non citées expressément dans la liste des produits permis, qui suit dans le texte, avec indication des denrées dans lesquelles ils peuvent être introduits et de la dose maximum permise. Ces produits doivent être d'une pureté au moins égale à 98 %. Les A.A. ne considèrent pas comme agents conservateurs : le sel ordinaire, l'anhydride carbonique gazeux, le vinaigre, les acides acétique, lactique, tartrique et citrique et leurs sels alcalins ou alcalino-terreux, les graisses et huiles alimentaires, le sucre, l'alcool (ou eau de vie), la glycérine, les pectines, les alginates ; leur usage comme améliorant en est donc permis lorsque besoin s'en fait sentir.

Cependant il semble que, dans cette énumération, la glycérine n'aurait pas due être citée comme substance permise à quelque dose que ce soit, car en effet, d'après le Conseil Supérieur de l'hygiène publique, ce produit ne doit au contraire être introduit qu'en quantité très limitée car il peut, à dose trop importante, se montrer particulièrement toxique.

D'un autre point de vue une série d'études présentées ont trait aux boîtes de conserve, aux qualités qu'elles doivent présenter et aux dangers pouvant résulter des éléments nocifs inclus dans les matières premières utilisées pour leur fabrication.

Détermination des contaminations métalliques dans les aliments de conserve. Didier Bertrand (17-2 et 1-3).

Si l'on sait bien maintenant qu'il ne suffit pas de trouver un élément donné dans un aliment de conserve pour dire qu'il y a eu contamination, la notion de dose normale ne semble pas avoir été très bien comprise et des études statistiques étendues, non seulement à un type donné d'aliment, mais aussi suivant son origine géographique, seraient nécessaire pour pouvoir réviser les chiffres actuellement publiés et considérés à tort comme limites au delà desquelles il y a contamination.

Dans un but de standardisation, l'A. propose diverses techniques pour le dosage de Fe, Sb, Al, Cu, Ni et Pb, techniques rapides, dont la précision, insuffisante pour des travaux de recherche, est satisfaisante dans le cas présent.

Dosage de l'étain dans les conserves alimentaires A. R. Deschreider et L. Van Coillie (17-14).

Les A. A. proposent une méthode de dosage de l'étain par polarographie. Ils ont étudié la technique Cieleszky et Lindner appliquée à toute une gamme d'aliments; outre sa simplicité et sa rapidité elle possède les avantages suivants :

a) stabilité des solutions prêtes à l'analyse,
b) exactitude,
c) évite toute perte d'étain pas insolubilisation ou adsorption.
d) pas d'élimination préliminaire d'ions gênants.

Une modification de cette méthode permet d'appliquer une correction pour le plomb éventuellement présent, lorsque ce dernier dépasse 5 p. p. m., en présence de petites quantités d'étain. Elle rend également le dosage de cet élément possible ; il faut dans ce cas effectuer une double polarographie des solutions à examiner, la première en milieu HCl 12 % et la seconde en milieu citrate d'ammonium ammoniaque.

Le contrôle de la qualité des boîtes du point de vue du fabricant. Villy Heymans (17-19).

Le contrôle de la qualité des boîtes du point de vue du conserveur. P. M. Lefebvre (17-29).

Ces deux communications constituent les deux parties d'une étude d'ensemble sur le contrôle de la qualité des boîtes. Pour le fabricant, le contrôle doit porter sur les matières premières (fer blanc, soudures, vernis, joints), le vernissage (détermination du poids ou de l'épaisseur du vernis, de la continuité du film, vérification de la résistance au pliage, de l'adhérence, de la dureté des vernis et de leur résistance à l'abrasion), les dimensions et les caractéristiques des couvercles et des corps des boîtes et surtout les opérations de sertissage. Les essais à pratiquer pendant la fabrication sont évidemment les plus importants.

Pour le conserveur, les contrôles doivent porter sur les mêmes points. De plus l'étanchéité, l'herméticité, l'espace vide, la corrosion des boîtes doit faire l'objet de contrôles attentifs ainsi que leur stabilité ; bien entendu les techniques de conservation ont une réelle importance sur le comportement des boîtes.

Un contact étroit est nécessaire entre les laboratoires du fabricant et ceux des conserveurs, et un échange complet d'informations sur la manière d'agir en vue de contenter dans la mesure du possible les exigences des conserveurs est également utile.

En dehors de ces études générales, quelques points particuliers ont fait l'objet de communications intéressantes ; parmi lesquelles deux sont à signaler.

Le filth test dans les conserves de fruits. G. P. Peeters (17-20).

L'A. a étudié la contamination des produits alimentaires par le filth, c'est-à-dire les souillures, telles que fragments d'insectes, poils et excréments de rongeurs, acariens. Cette contamination varie selon les produits conservés et le mode de conservation ; cette détermination du filth test permet d'envisager les moyens de remédier à cette plus ou moins grande contamination (cas des confitures d'orange par exemple).

La grande importance du « vacuum » très poussé dans la fabrication de conserves et un nouveau procédé pour sa réalisation industrielle. O. Stephanopoulos (17-30).

Les récipients utilisés, clos, mais avec un petit orifice portant un petit obturateur formant soupape, sont placés dans un autoclave, où l'on opère un vide presque absolu ; ensuite de la vapeur est introduite pour stériliser les denrées à conserver ; enfin les boîtes se ferment d'elles-mêmes par fusion du fusible maintenant jusque-là l'obturation ouverte.

Cette méthode permet l'évacuation complète de l'air, rend inutile l'emploi de sauces ou de jus et apporte simplification et rapidité ; en définitive les conserves sont de qualité supérieure, conservent leurs vitamines, présentent un arôme et un goût naturels et inaltérables et peuvent ainsi supporter une aromatisation et un assaisonnement faciles.

Enfin, et en dehors des études très particulières à certaines conserves de légumes, de viandes, de lait, de fruits, etc..., plusieurs A.A. mettent l'accent sur la fabrication et l'utilisation des poudres de fruits et légumes ; le procédé de préparation de ces poudres par atomisation est décrit dans la plupart des mémoires se rapportant à ce sujet.

Perspectives nouvelles dues à l'utilisation des poudres de fruits et de légumes. A Faure (17-17).

Procédés spéciaux pour le séchage des tomates, jus et pulpes de fruits et agrumes, légumes, œufs, et en principe de toutes substances alimentaires. A. Amnon (17-28).

La dessiccation par atomisation : ses perspectives et ses possibilités d'application aux poudres alimentaires. M. Alvarez Garcillan, F. de A. Fernandez Gosalvez (17-8).

III. Organisation de l'enseignement, de la documentation et de la recherche dans les industries agricoles alimentaires.

Le problème est traité dans une dizaine d'études ; l'accent est porté :

sur le développement considérable de ces industries,
sur leur unité,
sur la nécessité de former des cadres supérieurs et de très nombreux agents de maîtrise.

ÉTUDES COMMUNES

A. Conditions agronomiques susceptibles d'influencer la qualité de la production en regard des industries de transformation (influence du climat, du sol, des engrais, des substances phytosanitaires etc...)

Une des communications traite le problème dans son ensemble tandis qu'un certain nombre d'autres études traitent dans ce cadre général de problèmes particuliers dont certains intéressent les Territoires d'outre-mer.

Conditions agronomiques susceptibles d'influencer la qualité de la production végétale en regard des industries de transformation. Y. Coic (A-1).

La qualité des matières premières d'origine végétale travaillées dans l'industrie agricole et alimentaire dépend essentiellement du fonctionnement de la plante, c'est-à-dire de sa physiologie. Les facteurs agissant sur la physiologie de la plante et pouvant donc influer sur la qualité sont, entre autres :

1°) Le complexe héréditaire : la variété ; il faut une adaptation variété-milieu, qui s'exprime souvent par la notion de cru.
2°) Le milieu extérieur, où l'on distingue :

a) Les facteurs ne dépendant pas de nous. Ce sont les facteurs climatiques qui agissent directement ou indirectement sur la physiologie de la plante, le sol, qu'on ne peut modifier que de façon restreinte et qui sert de réservoir d'eau et de matières nutritives pour la plante.
b) Les facteurs sous notre dépendance : ce sont ceux intéressant la nutrition minérale de la plante. On peut modifier celle-ci par la fertilisation.

L'A. a pris comme exemple d'action de ces facteurs, l'action sur le taux de matières azotées des matières premières utilisées dans l'industrie, les protides jouant souvent un rôle important, utile ou nuisible en technologie.
L'A. explique comment agit sur ce taux la nutrition azotée de la plante et comment, par la fertilisation azotée, on peut faire baisser ou augmenter ce taux, la date d'application des engrais azotés jouant un rôle essentiel.
L'action des autres éléments minéraux nutritifs pose moins de problème : la déficience en un de ces éléments, en diminuant le rendement, augmentera le taux de matières azotées.
Parmi les facteurs du climat, l'eau a une action directe sur le rendement. Le manque d'eau trouble l'activité photosynthétique, raccourcit la durée de vie active de la plante et aboutit à une augmentation du taux d'azote des produits récoltés. Pour l'insolation, il existe un seuil, au-dessous duquel elle devient le facteur limitant le rendement, elle augmentera donc le taux de protides. Pour la température, facteur qualitatif, il existe, à chaque phase de végétation de la plante, un optimum au-dessus et au-dessous duquel le rendement diminue et le taux de protides augmente.
Ces facteurs climatiques ont aussi une action indirecte sur la nutrition de la plante, et, en particulier, sur sa nutrition azotée : l'action des microbes du sol, qui transforment l'azote organique inassimilable en azote minéral assimilable, est sous la dépendance de l'eau et de la température.
Le sol joue un rôle important sur la fourniture de l'eau mais aussi sur celle des matières minérales et en particulier de l'azote : la quantité d'azote provenant des résidus organiques dépend d'un ensemble de facteurs conditionnant ce que l'on appelle la fertilité du sol. La marche de cette fourniture dépend aussi du sol et agit donc sur la teneur en matières azotées des produits végétaux utilisés dans l'industrie.
La variété agit sur la teneur en azote des produits végétaux par sa productivité : à précocité égale, une variété donnant un rendement plus élevé aura tendance à donner un taux de protides plus faible. La précocité intervient en ce sens qu'une variété plus précoce absorbera l'azote fourni par le sol à un stade plus tardif de sa végétation et tendra à être plus riche en azote à rendement égal.
Les maladies, à part leur action spécifique, diminuent le rendement et tendent à donner des produits plus riches en azote.
Ainsi divers facteurs agissant sur la physiologie de la plante interviennent sur la qualité technologique. Il importe à l'industrie de définir de façon aussi précise que possible les normes biochimiques ou autres de qualité de la matière première.

Etude de l'influence limitée des engrais sur la teneur en principes actifs des plantes médicinales. Equipe de l'Institut espagnol de pharmacie (A-7).

Les A.A. ont examiné les résultats analytiques de plusieurs essais faits dans le même sol pendant de nombreuses années, quant à l'effet de l'application des engrais sur la richesse en principes actifs de diverses plantes médicinales.
Plantes à alcaloïdes : *Atropa belladonna, Datura stramonium.*
Plantes à ester : *Chrysantemum cinerariaefolium.*
Plantes à huiles : *Coriandrum sativum, Dracocephalum moldavicum, Ricinus communis.*
Plantes à huiles essentielles : *Mentha piperita, Salvia officinalis, Salvia Sclarea, Lavandula vera, Mentha Pulegium, Brassica nigra, Anthemis nobilis, Artemisia Absinthium, Pimpinella Anisum, Carum carvi, Angelica archangelica, Coriandrum sativum.*
Après étude statistique des résultats les A.A. concluent qu'en général les engrais ne modifient que peu ou pas la richesse en principes actifs des plantes étudiées.
C'est la génétique qui a les plus grandes chances de réussir dans l'amélioration des plantes médicinales.

Influence du climat sur la production en caoutchouc du Taraxacum Kok-saghyz. L. de Rafols (A-8).

Cette étude rapporte les résultats d'une expérience conduite en solution nutritive, en vue de déterminer les conditions climatiques optima correspondant aux rendements en caoutchouc les plus élevés. On peut conclure que les zones les plus propices à la culture sont, en Espagne, celles à ciel clair, à basses températures durant la nuit, avec de grandes oscillations thermiques journalières et des étés relativement froids.

Détermination des traces d'insecticides en surface et à l'intérieur des fruits et des légumes. S. Dormal Van Den Bruel (A-6).

Bien que poursuivie sur plantes des régions tempérées (cerises, fraises, feuilles de fraisiers, pommes de terre, petits pois, poireaux) cette étude est intéressante pour les pays tropicaux, où il serait utile de poursuivre des travaux comparables sur toutes les plantes soumises à la pulvérisation d'insecticides tels que HCH, Lindane, Parathion, etc... L'A. conclut de ses études que l'usage judicieux des produits parasitaires, réalisé en temps opportun par rapport à la période de récolte, ne peut entraîner la présence de résidus en doses susceptibles de provoquer des intoxications. Il

estime néanmoins souhaitable que chaque pays promulgue des lois visant à préserver la santé publique des abus que pourrait engendrer l'usage inconsidéré des produits antiparasitaires.

F. Recherche sur les acides aminés d'origine végétale et leur mise en valeur par les industries alimentaires

Sous cette rubrique quatre communications extrêmement importantes par leur caractère général, et par l'intérêt qu'il faut attacher à la fourniture aux populations tropicales des acides aminés indispensables, ont été soumises au congrès.

Détermination quantitative des acides aminés par chromatographie ascendante sur papier. Diaz Cadavieco (I-45).

L'A. fait tout d'abord un résumé des diverses méthodes utilisables pour la détermination quantitative des acides aminés en mélange.

Deux méthodes basées l'une sur la comparaison visuelle des couleurs des taches chromatographiques et l'autre sur la mesure de la surface de la tache, ne peuvent pas être utilisées d'une façon efficace, la première étant peu précise et la seconde ne donnant pas des résultats reproductibles.

Trois types de méthodes sont utilisables.

a) Méthode basée sur la lecture directe de la couleur des taches du papier chromatographique par détermination au photomètre de la densité totale ou de la densité maximum.

b) Elution des taches avant ou après le développement du chromatogramme et dosage des acides aminés dans les solutions.

c) Méthodes basées sur l'incorporation d'isotopes dans les acides aminés ou dans leurs dérivés, avant ou après la chromatographie et détermination de leur radioactivité.

L'A. décrit d'une façon précise une méthode basée sur la réalisation d'une chromatographie monodimensionnelle ascendante et sur la détermination quantitative, par photométrie directe sur le papier, de la densité totale.

La chromatographie a été réalisée dans des cuves 40 × 18 cm fermées par un couvercle de verre portant deux crochets, où sont placés les morceaux de papier filtre.

Les solvants utilisés sont : le phénol, le méta crésol ou les alcools benzylique et butylique saturés de solution tampon pH 8,4 ou 12 suivant les acides aminés à séparer.

Afin de travailler dans une atmosphère d'humidité constante, les papiers sont placés dans la cuve à chromatographie douze heures avant d'être immergés dans le solvant.

Séchage :

Les chromatogrammes obtenus sont séchés,

dans un courant d'air à 25° C puis lavés deux fois à l'éther quand le solvant utilisé est le phénol,

à 60° C pendant une heure quand le solvant est le crésol.

à la température ambiante, quand le solvant est le mélange d'alcools butylique et benzylique.

Développement :

Le chromatogramme est ensuite développé par traitement par une solution à 0,2 % de ninhydrine dans l'acétone contenant une petite quantité d'acide acétique, puis séché dans une étuve à 80° C durant quinze minutes dans un courant d'air saturé de vapeur d'eau.

La densité totale de la coloration est ensuite déterminée au moyen d'un photomètre, tous les 2 mm, le long du papier.

Les valeurs données par le galvanomètre sont représentées en coordonnées cartésiennes en fonction de la distance sur la bande de papier. Une ligne de base correspondant au papier blanc est également tracée. Un planimètre permet de déterminer la surface limitée par la courbe et la ligne de base, valeur directement proportionnelle à la concentration des acides aminés.

Facteurs influençant les résultats de la chromatographie.

Papier : Ce facteur est un des plus importants, le RG de chaque acide aminé variant considérablement, pour un même solvant, avec les différents papiers. La chromatographie ascendante ou descendante donne sensiblement les mêmes résultats.

Colorant : Après une étude comparative de l'action des réactifs à la ninhydrine dissoute dans de l'acétone ou dans le n-butanone. Les résultats obtenus prouvent que pratiquement les valeurs de la densité totale de la couleur sont identiques, quel que soit le réactif employé.

Température et humidité : Pour obtenir des résultats maximum et reproductibles, il est absolument indispensable d'utiliser une atmosphère saturée de vapeur d'eau.

Il ne faut pas, de plus, dépasser la température de 80° C car au-dessus, se produit une légère perte de certains acides aminés.

Cette méthode peut être avantageusement utilisée pour l'analyse de protéines.

Résultats récents au sujet des acides aminés exogènes d'origine végétale et leur utilisation dans l'industrie alimentaire. Werner Schuphan (F-2).

Les acides aminés essentiels et l'acide nicotinique contenus dans les principales variétés de maïs cultivées en Turquie. Sait Tahsin Tekeli (F-1 et 9-1).

Deux études consacrées à la recherche de la richesse en acides aminés de divers produits alimentaires ; légumes et céréales dans le premier cas, maïs dans le deuxième cas. Parmi les céréales, le maïs est l'un des moins bien pourvus (très faibles teneurs en lysine et tryptophane). Par contre parmi les légumes, les choux de Bruxelle et les choux verts donnent des EAA-index (essential-amino-acid-index) très élevés.

Problème de l'enrichissement en acides aminés. Lang (II-2).

L'enrichissement en vitamines des denrées alimentaires a fait l'objet de très nombreuses études et demandé la mise au point de techniques précises (riz enrichi).

L'A. constatant la déficience en protéines de nombreux aliments propose l'enrichissement non plus en vitamines, mais en acides aminés exogènes.

Des expériences ont été entreprises à ce sujet sur les animaux, elles concernent déjà, à l'heure actuelle, quatre générations de rats.

ÉTUDES PARTICULIÈRES

1. Sucrerie

Nombre de communications présentées dans cette section intéressent également la sucrerie de betteraves et la sucrerie de cannes : notamment celles sur la conduite des cuites, sur la cristallisation, le raffinage. Quelques études seulement sont particulières à la sucrerie de cannes.

Evolution de la sucrerie de cannes en Espagne. Paulino Arias et Dominguez Sierra (1-10).

Cette étude, qui fera ultérieurement l'objet dans *L'Agronomie Tropicale* d'une analyse très complète, décrit les substitutions des variétés cultivées, qui furent opérées au cours des siècles en vue d'accroître les rendements mais surtout de lutter contre la mosaïque.

Les statistiques de production indiquent en effet de 1900 à 1916 une chute très rapide de production (4.264 t de sucre de cannes en 1916 contre plus de 34.000 t en 1900), due à l'invasion de la mosaïque. Des variétés résistantes à la gelée, qui peut toujours intervenir en fin de campagne, sont également recherchées. Actuellement l'Espagne a adopté la POJ 2727 et la POJ 2725, immunes à la mosaïque. D'autres clônes sont actuellement à l'étude : POJ 2940, Co 151, CP 3613, CP 29-116 et ML 318.

Grâce à ces substitutions, la production a pu reprendre son importance d'antan ; elle atteint, en 1953, 32.703 t de sucre de canne pour 411.048 t de canne, soit un rendement d'environ 7 % de sucre.

Des tableaux précisent, à la fin de l'étude, les caractéristiques technologiques des différents produits et sous produits de sucrerie de canne en Espagne, et en cours d'usinage.

La production du sucre de canne revêt en Espagne une originalité toute particulière du fait que c'est le seul pays méditerranéen d'Europe pratiquant la culture de la canne.

Décanteur-clarificateur pour jus de sucrerie de cannes G. Truffault (1-6).

L'obtention d'une bonne clarification des jus de cannes, même lorsqu'ils sont bien préparés par les chaulage, sulfitation, chauffage judicieux, se heurte à de réelles difficultés. L'A. a mis au point un décanteur-clarificateur à multiple effet, échappement progressif de boues, recyclage progressif des jus partiellement épurés et dispositif d'alimentation évitant l'introduction de bulles avec les jus pollués.

Note sur un nouveau papier indicateur pour le sulfitage des jus et sirops de canne à sucre. A. Porta (1-27).

Le traitement des jus et sirops de canne de basse qualité oblige à mener la sulfitation jusqu'à un pH de 5,4 à 5,6, pour obtenir une décoloration suffisante et nécessaire à la production d'un sucre commercial ; cette sulfitation doit, si nécessaire, être limitée afin de ne pas courir le risque d'une inversion d'une quantité excessive de saccharose.

Pour conduire pratiquement la sulfitation jusqu'au pH indiqué, les papiers réactifs, utilisés en sucrerie de betteraves dont les jus sont alcalins, ne sont ici d'aucun secours ; l'A. décrit un nouveau papier au « bromocrésol pourpre » ; il indique sa préparation et son mode d'emploi pour les diverses concentrations de l'ion H, ce qui permet non seulement d'obtenir la sulfitation des sirops de canne à des pH de 5,2 à 5,4 mais également de contrôler la sulfitation des jus de canne issus de jus carbonatés jusqu'à un pH d'environ 7,0.

La teneur en plomb des produits des industries du sucre dans les Indes occidentales. Whalley (1-20).

Les cannes à sucre livrées aux sucreries de la Jamaïque et de la Trinité contiennent des quantités variables de plomb, provenant du sol. Le vesou extrait en contient en général moins de 1 p. p. m. Quoique la quantité de plomb introduit en cours d'usinage atteigne deux à dix fois la quantité originelle, le plomb restant dans les produits livrés à la consommation n'est que légèrement plus abondant, parfois même moins abondant que celui introduit. Le plomb introduit en cours de fabrication provient principalement des cuiseurs, et l'élimination se produit lors de la défécation, et de la clairse. Le degré d'élimination pendant la défécation et l'évaporation peut intervenir sur le phosphate précipité agissant par entraînement du plomb. Finalement la faible teneur en plomb permet le raffinage.

Toutefois, comme l'apport du plomb et son élimination dans les sucreries envisagées paraît fortuit, il serait bon d'examiner la question dans d'autres sucreries ; il serait en particulier nécessaire d'étudier la question des peintures au minium ou contenant d'autres sels de plomb, et de porter plus d'attention à l'emploi de telles peintures. L'A. précise les méthodes de dosage en cette matière.

3. Levurerie

Nous signalerons simplement que quatre communications furent présentées sous cette rubrique ; toutes insistent sur l'intérêt croissant des levures alimentaires. Pour les territoires d'outremer il ne semble pas douteux que par leur richesse en protides (50 %) et en vitamines hydrosolubles (notamment vitamine B), ces levures aliments constituent un appoint de choix pour l'Afrique Noire. Nous citerons ci-après un passage de l'excellente communication :

La position actuelle de la levure aliment en France et son extension possible à d'autres microorganismes : P. Birolaud, L. Chevillard et R. Jacquot (3-3).

... « le problème est tout différent dans les pays sous-développés, où la déficience protidique semble le facteur essentiel des maladies nutritionnelles. En Afrique Noire, par exemple, ce ne sont ni les calories, ni les vitamines qui manquent au premier chef, mais les protides. C'est au déficit azoté que tous les auteurs attribuent l'étiologie d'affections graves, comme le kwas hiokor de l'enfant ou la cirrhose de l'adulte. La signification de la levure aliment réside donc ici dans sa forte teneur en azote et dans l'équilibre de ses amino acides. Les céréales du continent noir ont le même défaut que nos céréales, à savoir une pauvretée marquée en lysine. Il est donc évident que la levure convient parfaitement comme aliment de valorisation. La situation est la même dans toutes les régions misérables du globe ; Inde, Amérique Centrale, etc...

« En dehors des efforts de F. A. O. et de quelques initiatives privées tout est à faire dans le domaine de la protection alimentaire du Noir africain. Il faut poursuivre de larges essais d'efficacité et d'acceptabilité en profitant des missions nutritionnelles dont dispose la France en Afrique.

« A l'heure actuelle il ne semble pas que la fabrication de levures aliments puisse être économiquement entreprise outre-mer (sauf peut être aux Antilles), mais leur intérêt diététique commande que le double problème de l'utilisation et de la production soit suivi de près dans l'avenir. »

Une autre communication traite du même sujet.

L'importance pour l'alimentation humaine et animale et pour l'obtention de produits chimiques et pharmaceutiques de la levure Torula *avec des lessives sulfatées.* Reiff (3-1).

Elle reflète tout l'intérêt que l'Allemagne attacha à la production de la levure aliment pour la nourriture humaine, à une époque où les ressources en protides se raréfiaient.

9-10-11-12. Industries des céréales, meunerie, boulangerie, rizerie

Parmi toutes les communications traitant des industries céréalières (rizerie mise à part), une seule présente un intérêt général, s'appliquant à toutes les céréales, même celles tropicales :

Détermination de l'acide inositophosphorique dans les farines et les produits diététiques. R. Casares et L. Moreno (10-4).

On sait l'intérêt de l'acide inositophosphorique et de ses combinaisons magnésiennes et calciques dans l'équilibre physiologique humain. Les A. A. proposent une modification à la méthode de Heubner et de Standler's pour déterminer l'acide inositophosphorique libre dans les produits diététiques ; cette détermination revêt une grande valeur pour connaître le degré d'extraction des farines ; d'autre part de nombreuses analyses de diverses farines et de produits diététiques variés permettent de déterminer les quantités de calcium et d'acide inositophosphorique et d'évaluer le déficit en calcium de ces produits.

En ce qui concerne plus particulièrement le riz, diverses études ont été présentées : toutes ont trait à l'extraction des sous-produits ou à la valeur diététique du riz.

Extraction de la phytine du riz. A. Angladette (12-4).

Cette étude complète sur le plan technologique la précédente ; elle expose la méthode utilisée en Indochine pendant la guerre par R. F. Auriol pour l'extraction de la phytine à partir des farines basses de rizerie ; l'extraction comporte une attaque à l'acide chlorhydrique, la transformation de la phytine en phytinate de sodium, la séparation des impuretés du phytinate de sodium, puis une précipitation par l'alcool et enfin une purification.

Etude bromatologique des riz espagnols. J. Oca (12-1 ; I-24).

Il s'agit d'une étude bromato-chimique de diverses variétés de riz espagnols cultivées en deux régions différentes (Valence et Calahorra).

Utilisation industrielle des sous-produits du riz. Extraction de l'huile de germe et de son avec différents dissolvants. Rendement et caractéristique des produits. Raga, Lafuente, Primo (12-2).

L'huile de germe et de son de riz est extraite par l'alcool éthylique, le trichloréthylène et le sulfure de carbone, afin d'étudier comparativement les effets de ces différents dissolvants sur la qualité des huiles et la valeur nutritive des farines résiduaires ; l'extraction par l'alcool éthylique semble présenter des avantages sérieux sur les autres solvants.

Extraction des vitamines du riz. A. Angladette (12-5).

Il s'agit d'une étude de synthèse des diverses techniques d'extraction des vitamines du riz.

Vitamine B1 (thiamine) : Trois méthodes sont possibles :

a) Première méthode de Cook et Carrol par séparation des produits d'adsorption sur terre à foulon à partir de farines basses, puis élution des produits d'adsorption par une solution alcoolique de pyridine.

b) Méthode de Greene et Black par adsorption, élution par le chlorhydrate de pyridine en solution dans l'alcool éthylique, puis purification par un système eau-solvant non miscible à l'eau.

c) Deuxième méthode de Cook et Carrol. Traitement par l'acétone puis extraction par l'acide oléique ou l'acide cuproïque, puis évaporation.

Vitamine B2 (riboflavine). Production par culture d'*Eremothecium ashbyii* sur germe de riz additionnée de substances amidonnées.

Vitamine B6 (pyridoxine). Méthode de Greene. Extraction à l'éther à partir de farines basses, puis adsorption de la vitamine B6 par le réactif de Lloyd et élution par la baryte.

Vitamine E (tocophérol). A partir de l'huile de germes, extraction par l'éther, estérification par l'acide sulfurique concentré en présence d'alcool absolu, séparation par lavage à NaCl, distillation sous vide des esters éthyliques et purification par l'acétone.

La farine maltée de riz. A. Angladette (12-3).

Cette étude rend compte de la technique mise au point en Indochine pendant la guerre par R. F. Auriol pour préparer des farines maltées de riz (complètement maltées) ; cette préparation comportait :

la germination du paddy,
le touraillage,
le décorticage du paddy malté et la mouture du riz cargo.

En dehors de ces études, deux communications non imprimées furent présentées par le Syndicat du riz de Valence ; elles exposaient la situation actuelle de la riziculture espagnole et l'orientation envisagée pour l'avenir :

valorisation des sous-produits,
enrichissement des riz en vue de l'exportation,
préparation du riz précuit à usage des ménagères espagnoles.

14. Chocolaterie

Une seule communication présente de l'intérêt pour l'outre-mer.

Mécanisation des méthodes de traitement du cacao dans les grandes exploitations agricoles. J. Nosti (14-1).

Généralement les pays capables de produire le cacao en grande quantité sont aussi des régions de faible densité démographique. Seule, d'après l'A., la mécanisation intégrale de la préparation du cacao peut résoudre le problème. Après avoir résumé les diverses phases de la préparation du cacao, l'A. indique les différentes machines utilisables :

A) Ouverture de la cabosse :

Deux types de machines ont été essayés, mais sans donner de résultats absolus. Les deux types consistent en des machines légères et portatives, transportables sur la plantation, ce qui a limité les progrès réalisables.

Si les conditions de transport permettaient la centralisation de cette opération d'ouverture, il serait possible d'utiliser des machines lourdes perfectionnées, mais ceci est lié à la valorisation des sous-produits pour l'extraction de l'alcool, acide acétique, mucilage, engrais, théobromine, etc...

Les deux solutions mécaniques actuellement connues mais non lancées sur le marché consistent en :

a) Eclatement du fruit puis agitation, lacération et tamisage de la masse obtenue. Cette opération peut être réalisée au moyen de pistons mobiles, de bielle et manivelle dans le système du R. P. Armenyol Coll ou de rouleaux.

b) Perforation axiale de la cabosse avec éjection de son contenu. Cette méthode est semi-mécanique car elle exige la mise en position à la main des fruits. Le rendement de cette machine est inférieur à celui de la précédente.

Personnel exigé : un homme à l'alimentation, deux hommes au moteur. Ces trois hommes vérifient le produit final et récupèrent à la main les fèves qui ont passé avec la pulpe et l'écorce (environ 12 % du total des fèves).

En huit heures on peut ainsi séparer les fèves de dix mille cabosses.

B) Fermentation :

Il serait indispensable de réaliser des fermentations parfaitement dirigées, surtout en ce qui concerne la population microbienne. Pour cela on pourrait utiliser des cultures sélectionnées de levures.

On suggère aussi l'emploi de cuves à fermentation fermées, avec une agitation lente, une double chemise pour la circulation d'eau réglant la température et des dispositifs d'injection d'air.

Le déchargement de ces cuves pourrait être réalisé au moyen d'un courant d'eau qui commencerait le lavage.

C) Lavage :

Il existe de nombreux systèmes plus ou moins mécaniques d'agitation manuelle, transporteurs tubulaires dans lesquels on produit des tourbillons augmentant l'effet du lavage, ou transporteurs hélicoïdaux.

L'A. a essayé d'adapter la machine Raveng servant au lavage du café, complètement automatique et permettant un travail rapide. Cette machine permet sans modification un bon lavage, mais présente l'inconvénient de provoquer environ 20 % de fèves brisées.

On suggère les modifications suivantes :

a) Augmentation de la pression de l'eau à 2 atmosphères.

b) Augmentation du nombre des orifices du cylindre alvéolé.

c) Augmentation de la profondeur des hélices amenant et sortant le grain et des trous des alvéoles.

d) Augmentation de la vitesse de rotation du cylindre.

e) Suppression de la porte réglant la sortie ou réglage de celle-ci.

D) Décantation :

La centrifugeuse de Fischer Wyss à charge continue a été essayée, mais cette machine ne peut donner des résultats satisfaisants qu'après adjonction d'un système de raclage qui agiterait en même temps les fèves.

E) Séchage :

Les séchoirs les plus utilisés actuellement sont les séchoirs à turbines, système Buttner.

Aucune installation actuelle ne prévoit le déplacement des fèves de cacao sur les plateaux. Dans le nouveau système prévu, le transporteur hélicoïdal, porteur de plateaux, est remplacé par une série de disques superposés tournant lentement et faisant passer la charge, à chaque retournement, sur le disque inférieur.

F) Classement :

Un système optique, formé d'un ensemble de lampes, réflecteurs, miroirs et cellules photoélectriques permet de séparer les fèves suivant leur couleur.

Cette machine, actuellement utilisée pour le café pourrait être adaptée.

18. Jus de fruits

Les problèmes posés par la préparation des jus de fruits ont été abordés dans deux communications.

L'hygiène dans la fabrication du jus de fruit. Cachot (18-3).

L'A. étudie les précautions d'hygiène indispensables à la protection de la qualité des jus de fruit : protection contre les contaminations microbiennes et métalliques et contre l'oxygène de l'air.

A) Contamination microbienne.

Les bactéries, levures et moisissures ne résistent pas à des températures élevées et à l'action de certains corps chimiques ; d'autre part, elles ne peuvent traverser les pores fins de certains filtres modernes.

La stérilisation des jus de fruit peut donc se faire :

a) *par la chaleur.*

α) Pasteurisation : échauffement jusqu'à vingt minutes à 72-75°.

β) Flash-pasteurisation : échauffement très court à 90-110° et davantage.

γ) Upernisation : échauffement pendant une seconde à 150°.

b) *Par des filtres stérilisants,* qui retiennent tous les microorganismes.

c) *Par des produits chimiques.*

α) Mutage à l'aide d'anhydride sulfureux pour le stockage et désulfitation avant l'embouteillage.

β) Addition de benzoate de soude.

d) On peut encore empêcher la multiplication des microorganismes en conservant les jus de fruits sous *gaz carbonique sous pression,* à des températures ne dépassant jamais + 15° C.

B) Contamination métallique.

Il faut éviter, dans la construction des appareils et des transporteurs, l'emploi de tous les métaux attaquables par les acides organiques des jus de fruits en premier lieu : le fer, le cuivre et le zinc. La préférence est à donner à l'acier inoxydable, au bronze et à l'aluminium. Les traces de cuivre, de plomb et d'arsenic, provenant du traitement chimique des vignes et des arbres fruitiers, peuvent être éliminées par un lavage soigné, et dans le cas de l'arséniate de plomb, par un lavage à l'acide chlorhydrique dilué.

C) Elimination de l'oxygène de l'air.

Le contact avec l'air peut être réduit ou évité par le travail sous un gaz inerte et par la désaération immédiate après l'extraction du jus.

L'oxygène est l'ennemi n° 1 de la vitamine C et la principale cause du brunissement des jus de fruits.

Oxydations non enzymatiques dans les jus de fruits. Patron (18-6).

D'après l'A., l'oxydation est certainement responsable de la destruction de l'acide ascorbique provoquant même, dans les jus riches en cet acide, un dégagement de gaz carbonique.

Le brunissement et les modifications de saveur ne sont peut-être pas dus uniquement à cette oxydation ; en effet la réaction de Maillard, entre les acides aminés et les sucres réducteurs, joue un rôle très important. Mais ces phénomènes, qui interviennent à la longue, en absence d'oxygène, sont notablement accélérés par sa présence.

En conclusion, l'A. indique qu'on peut entrevoir, pour la conservation de la stabilité des jus de fruits des moyens nouveaux, autres que l'inactivation des enzymes par la chaleur ou l'élimination de l'oxygène, jusqu'ici utilisés.

La place des jus de fruits dans la diététique moderne. Antoniani (18-5).

Dans cette courte publication l'A. indique que l'ensemble des qualités des jus de fruits permet de les considérer, non seulement comme une boisson mais aussi comme un aliment.

Les problèmes commerciaux ont été abordés dans plusieurs communications.

Pourquoi les jus de fruits non fermentés s'implantent-ils si difficilement en Belgique. Hiemeleers (18-2).

D'après l'A. ceci peut être dû à deux causes principales :

1) Le jus de pomme est trop riche en sucre et trop pauvre en acide, il est concurrencé par les eaux minérales.

2) Le consommateur ordinaire préfère les boissons contenant une certaine dose d'alcool.

L'A. déclare, en conclusion, qu'une solution lui semble possible en laissant fermenter légèrement les jus, ce qui les rendrait moins sucrés et gazeux.

Perspectives modernes dans l'industrie du jus d'agrumes. Cerletti (18-9).

L'A. souligne la nécessité et la possibilité actuelles des concentrés congelés ; pour cela il sera nécessaire de surmonter les difficultés de la chaîne du froid et plus spécialement des moyens frigorifiques de transport et de distribution.

Production des jus d'agrumes et les problèmes qu'elle présente du point de vue commercial. Bottini (18-4).

L'A. fait également ressortir la nécessité, en Europe, de la création d'une industrie de préparation des jus d'orange concentrés et congelés, et met en évidence les différents facteurs influençant la qualité du produit final.

Il insiste aussi sur la nécessité d'étudier et de standardiser les méthodes analytiques. Ces méthodes d'étude de la qualité des jus ont été étudiées dans deux communications.

Mesures des densités, utilisation d'une colonne à densité croissante pour la mesure de densités des produits de fruits. Dupaigne (18-1).

L'A. étudie une nouvelle méthode de détermination des densités de liquides non homogènes ou épais et mi-solides. Cette méthode est basée sur l'observation de la vitesse de chute des gouttes de liquide dans un mélange non miscible de densité légèrement inférieure à celle du liquide examiné.

Pratiquement, la colonne est préparée à l'aide de deux mélanges homogènes de chloroforme et d'éther de pétrole, l'un de densité un peu plus élevée que la plus forte densité à mesurer, l'autre de densité un peu plus faible que la plus faible.

Le liquide le plus lourd est versé dans une éprouvette, puis le liquide le plus léger est versé délicatement en évitant le mélange. Les deux liquides sont ensuite mêlés au moyen d'un fil de fer terminé par une spirale dans un plan perpendiculaire. On obtient ainsi une colonne, où la densité est croissante de haut en bas.

Cette colonne est ensuite étalonnée en déposant, en surface, une goutte de liquide de densité connue. Cette goutte descend dans le liquide et s'arrête à une certaine hauteur qui est ainsi traduite en densité.

Après étalonnage, cette colonne peut être utilisée pour les mesures de densité de liquides, tels que jus, pulpes, concentrés ou sirops.

Pour que la colonne puisse resservir, on peut enlever les gouttes au moyen d'une fine baguette de verre sur laquelle elles se collent.

Cette méthode permet la mesure des poids spécifiques de 1,030 à 1.050, à 0,2 ou 0,3 près, ce qui est suffisant, en général, dans le cas des jus de fruits et sirops.

Cette méthode paraît extrêmement intéressante, car elle est rapide tout en étant d'une précision suffisante pour un contrôle de qualité des jus de fruits.

Le contrôle de la qualité des jus de fruits considérant en particulier les conditions en Allemagne. Koch (18-7).

En Allemagne, a été étudié un schéma des règles d'appréciation générale de la qualité, laquelle nécessite des examens chimiques et organoleptiques. Ce schéma est résumé dans le tableau ci-dessous.

Examen visuel, olfactif et gustatif

Couleur	points
normale	2
coloration anormalement forte ou faible.	1
coloration hors norme	0
Odeur. Bouquet	**points**
très fruitée, naturelle	4
arôme total	3
arôme normal	2
fade ou étrangère	1
défectueuse impropre	0
Limpidité. Clarté	
limpide ou trouble naturel	2
trouble résultant de modifications microbiologiques ou d'impuretés	0
Goût	
parfait, fruité	10
harmonieux aromatique	8
normal	6
normal, mais faible	4
mal équilibré	2
défectueux	0

Examen chimique

	2 points	1 point
pouvoir fermentatif	positif	positif
alcool g/litre	jusqu'à 4	jusqu'à 5
acides volatils	— 0,3	jusqu'à 0,4
acides lactiques	— 0,4	— 0 6
Anhydride sulfureux total		
pour jus de raisin	jusqu'à 80	jusqu'à 125
autres jus	— 40	— 60

Les jus qui n'obtiennent pas 1 point à l'examen chimique ne sont pas admis par le commerce.

Cet examen chimique se fait suivant les méthodes suivantes :

α) Pouvoir fermentatif : le jus additionné de levure de souche pure, liquide, et conservé à 30°, est fermentescible s'il entre en fermentation dans un délai de vingt quatre heures.

β) Teneur en alcool et en acides volatils : méthodes identiques à celles utilisées dans l'analyse des vins.

γ) Acide lactique : méthode de J. Koch et G. Bretthauer.

d) Anhydride sulfureux total : méthode de Weinmann et Walther.

Pour qu'un jus de fruits ait le droit à la désignation « jus de fruits de marque », il faut qu'il totalise pour examen chimique, coloration et clarté, au moins 2 points pour chacune de ces propriétés, 3 points pour le bouquet, et 6 points pour le goût.

19. Aromates, condiments et essences alimentaires

Quatre publications espagnoles concernent des condiments et essences importants pour l'économie espagnole.

Les produits aromatiques des Cistus *espagnols.* Navarro de Palencia (19-5).

L'essence contenue dans des jeunes tiges ou des feuilles de *Cistus ladaniferus* ou « Jara » peut être utilisée dans les industries de la parfumerie.

Cette plante est très abondante en Espagne et fournit donc une matière première peu coûteuse. L'essence peut être obtenue : soit directement à partir de la plante, soit à partir de la résine extraite au préalable.

D'après les études effectuées par l'A., l'huile essentielle, obtenue par distillation de la plante ou de la résine, ne peut convenir aux parfumeurs, ses caractéristiques physiques et chimiques étant très différentes de celles généralement admises pour une essence de bonne qualité.

Par contre, l'essence peut être extraite par les solvants volatils qui, après évaporation, laissent un concret pouvant donner, par dissolution dans l'alcool, un absolu incolore ou très légèrement coloré en jaune ou vert clair, utilisable dans la parfumerie fine.

Conservation et utilisation des produits des capriers. I. Vivancos Guerao (19-1).

Les boutons de fruits et les tiges tendres du caprier sont débarrassés de leurs feuilles et des fruits gros et murs.

Les capres sont ensuite classés par qualité, suivant leur taille, par criblage.

Première qual. trav. le crible de	7 mm	d'ouv. de maille		
Deuxième	—	—	8 mm	—
Troisième	—	—	9 mm	—
Quatrième	—	—	10 mm	—
Cinquième	—	—	10,5 mm	—

Rebut ne traversant pas le crible de 10,5 mm.

Les capres sont ensuites préparés par traitement à la saumure, au sel ou au vinaigre.

Deux publications concernent le « pimenton », condiment composé de piment pulvérisé et très consommé en Espagne.

Industrie du « pimenton » de piment doux de Murcie. F. Gonzales Marin, M. Vivancos Guerao (19-4).

Le condiment est ainsi préparé :

Le piment doux est séché au soleil car le séchage artificiel est trop coûteux pour ce produit. Après quelques jours d'exposition au soleil on l'ouvre et on le laisse ensuite complètement sécher.

Ce piment séché est ensuite moulu. Il est très riche en vitamines C et K et en carotène.

Projet de règlementation pour la production et la vente du « pimenton ». Société Espagnole de Bromatologie (19-2).

On entend par « pimenton » le produit provenant de la pulvérisation de piments rouges, secs, sains, dépourvus de pédoncule et matières étrangères.

Il est interdit de mélanger au « pimenton » aucune matière colorante artificielle, à moins qu'elle ne soit admise par la loi comme inoffensive.

Il est interdit de vendre du « pimenton » contenant des traces d'altération : larves, insectes, excréments, etc...

Il existe trois classes de « pimenton » :

doux (0 à 3 mg pour 100 g de capsaïcine),
aigre-doux (3 à 5 mg pour 100 g de capsaïcine),
piquant (plus de 5 mg pour 100 g de capsaïcine).

Il existe trois classes commerciales en Espagne :

première qualité (pour conserves),
deuxième qualité (pour usage culinaire),
troisième qualité (pour aviculture).

Ces trois qualités possèdent, d'après l'A., des compositions chimiques différentes permettant de déterminer leur classement (humidité, cendres, cellulose, extrait éthéré).

Cependant à notre avis, ces différences de composition, excepté en ce qui concerne l'humidité, sont insuffisantes pour obtenir un classement certain. Par exemple, les proportions de cellulose de 18,8 et 10 %, étant donné la précision des méthodes de dosage de ce corps, si elles peuvent indiquer les fraudes possibles par addition de produits cellulosiques, ne peuvent être utilisées comme base de classement.

Méthodes d'analyse des condiments. Villanua, Nunez, Samper, Portolès, Fernandez, Pizarro (19-3, 1-37).

A) L'humidité est déterminée par la méthode classique d'entraînement par le xylène.

B) L'extrait éthéré et ses constantes analytiques (indice de saponification, indice d'iode et indice de réfraction) sont obtenus par les méthodes générales d'analyse des matières grasses.

C) La cellulose est obtenue par la méthode de Sharrer et Kuerschuer à l'acide nitrique et trichloracétique.

D) Quelques méthodes de détection des colorants artificiels sont indiquées.

α) Méthode à l'acide nitrique :

Le condiment est extrait à l'alcool éthylique à 95°, qui est additionné d'acide nitrique concentré. Si la solution diluée prend une teinte rose plus ou moins intense, cela indique la présence d'un colorant synthétique, car les pigments naturels sont détruits.

β) Méthode de Gram et Landolfi :

La coloration rouge de l'extrait benzénique d'un condiment traité comme précédemment, indique la présence de colorant du type « Soudan ».

γ) Méthode de Martin :

L'extrait éthéré est agité avec un mélange alcool et sulfure de carbone, qui dissout les colorants naturels, les colorants liposolubles artificiels restant en solution alcoolique.

δ) Méthode de Szigeti :

Le condiment est traité par l'acide acétique cristallisable, qui est décanté puis dilué. Une fibre de laine trempée s'y teinte en rouge. Cette fibre lavée par l'éther de pétrole est décolorée si le condiment n'est pas coloré artificiellement.

E) L'examen microscopique est enfin indispensable dans tous les cas pour la détection des fraudes et adultérations par addition de matières étrangères.

Pimenton :

Ce condiment est régi en Espagne par le décret R. D. 14-IX de 1920 (Gaceta du 29, IX, 1920). Les proportions maxima admises sont :

14 % d'eau,
10 % de cendre,
18 % d'extrait éthéré,
20 % de cellulose.

Le « pimenton à l'huile » est le mélange de pimenton et d'huile d'olive pure en proportion inférieure à 10 % du poids de « pimenton » sec.

Poivre :

Légalement en Espagne selon le R. D. du 14 septembre 1920 le poivre noir est le fruit incomplètement mur, séché du *Piper nigrum* L. et le blanc, le fruit mur et sec privé de la partie extérieure de son péricarpe. **Le poivre noir en poudre** doit présenter la composition maximum suivante :

cendres : 7 %
extrait alcoolique : 18 %
eau : 12 à 14 %

Le poivre blanc en poudre :

cendres : 3,5 %
cellulose : 13 %
extrait alcoolique : 13 %
eau : 12 à 14 %

La majorité des fraudes de ces poivres en poudre sont décelables à l'examen microscopique.

Les principales fraudes sont réalisées par addition : de coquilles d'amande et de noisette, d'écorce d'arbre, de fécules : résidu de riz ou de pain pulvérisé.

Safran :

Légalement le produit nommé « safran » doit être constitué exclusivement par les stigmates desséchés du *Crocus sativus* L.

La composition doit être :

cendres : 7 à 8 %, dont l'acide phosphorique de 13 à 14 %,
cellulose : 5 % au maximum,
eau : 5 %.

Les principales fraudes sont :

addition d'autres parties de la plante : ex. étamines qui se reconnaissent au microscope ;

addition de substances destinées à augmenter le poids ;

eau, miel ou huile. Cette dernière addition est déterminée par traitement du safran par l'éther de pétrole qui, après évaporation, ne doit pas laisser plus de 2,5 % de résidu sec.

L'addition de produits chimiques inorganiques est décelée par l'augmentation du poids de cendre. Il est fréquent d'ajouter, pour augmenter le poids, des sels ammoniacaux ; pour détecter leur présence, le safran est chauffé avec de la soude et on vérifie la présence d'ammoniaque par le papier tournesol ou l'acide chlorhydrique.

Cannelle :

Les cannelles sont les écorces de rameaux de différents arbres du genre *Cinnamomum*, de la famille des Lauracées.

Il existe en particulier :

La cannelle de Ceylan provenant du *Cinnamomum zeylanicum*.

La cannelle de Chine provenant du *Cinnamomum aromaticum* dénommé aussi *Cinnamomum cassia*.

L'essence est obtenue à partir de l'écorce par entraînement à la vapeur d'eau. Elle contient un fort pourcentage d'aldéhyde cinnamique, dosée, d'après l'A. par action de l'hydroxilamine. Or, à notre avis, cette méthode n'est plus utilisée actuellement, elle est remplacée par la méthode au chlorhydrate d'hydroxilamine.

Légalement, en Espagne, d'après le décret du 24 sept. 1920, des écorces ne doivent pas contenir plus de 5 % de cendres, 18 % d'extrait alcoolique et au minimum 1 % d'huile essentielle.

Etudes de quelques caractéristiques d'extraits de vanille. Facteurs de variation. Mme J. Adda (1-18).

Les pourcentages en divers constituants : vanilline, résines et extrait sec, extraits de quantités variables de vanille Bourbon et de vanille Madagascar, ont été étudiées en fonction du titre de l'alcool éthylique utilisé comme solvant.

L'A. a représenté graphiquement les résultats obtenus et, une confirmation de ces courbes a été recherchée par l'analyse d'extraits commerciaux de concentration en vanille connue.

Huiles essentielles

Quatre études principales on été présentées :

Caractéristiques de quelques huiles essentielles espagnoles ; nécessité de leur normalisation internationale. Morales Garces (25-1).

L'A. expose la nécessité de la création d'un bureau central chargé de la normalisation des huiles essentielles et particulièrement d'indiquer :

la dénomination d'origine du pays producteur,

la définition des huiles selon leurs qualités physiques et chimiques.

Les constantes chimiques de quelques essences espagnoles sont indiquées également : essences d'eucalyptus, aspic, thym rouge, romarin, orange, genièvre et *Mentha Pulegium* L.

Au cours de la discussion sur ce travail il a été précisé :

a) qu'il existe un organisme International chargé de la normalisation des huiles essentielles, qui a déjà commencé ses travaux à l'occasion d'une réunion à Lisbonne ; ce comité doit se réunir prochainement à Londres. Cette organisme s'occupe non seulement des constantes physiques et chimiques des essences, mais aussi de leur emballage, marquage, etc...

b) Dans la liste des constantes citées dans la publication, les poids spécifiques, pouvoir rotatoire, indice de réfraction sont portés sans indication de température. L'A. indique oralement que ces mesures ont été faite à 25° C. A Noter que c'est la température de 20° C, qui est actuellement employée dans la majorité des pays.

Les matériaux modernes dans l'industrie des huiles essentielles. Navarro de Palencia (25-2).

Pour obtenir des produits de hautes qualité et pureté utilisables directement par les parfumeurs, il est indispensable d'utiliser des appareils construits avec des matériaux appropriés, résistant aux températures élevées, inattaquables par les acides et d'un nettoyage facile permettant d'augmenter les rendements.

Une courte étude est faite sur l'acier inoxydable, les revêtements nitrifiés et le verre.

Enfin deux publications concernent les traitements des huiles essentielles, après leur extraction.

De l'élimination des terpènes de l'essence de bergamote. N. Zapata et G. del Tanago (25-4).

Toute essence est constituée par un mélange de composés oxygénés, sources de l'odeur, et d'hydrocarbures. Ceux-ci se résinifient et s'oxydent facilement. Il y a donc interêt à éliminer, dans les essences, ses terpènes et sesquiterpènes.

Ceci est obtenu, dans le cas des essences de bergamote, dans le procédé décrit par l'A. par distillation fractionnée sous un vide de 1 mm.

Fractionnement par distillation de l'essence de Tanacetum microphyllum. M. Zapata et G. del Tanago (25-3).

Le fractionnement sous un vide de 0,5 mm de mercure permet la séparation en deux portions dont une, dans la proportion de 77,7 % contenant les éléments odorants importants de l'essence.

20. Aliments du bétail

Contribution à la standardisation des méthodes d'analyse des aliments du bétail. Revuelta Gonzales, Galvez Morales (20-4).

A la suite de la lecture de cette étude, laquelle insiste sur la nécessité d'une standardisation internationale des méthodes d'analyse des aliments, M. Leroy, président de la réunion, indique que le problème avait été également soulevé en France et que la Société Internationale de chimie analytique a été chargée d'étudier ces méthodes et en particulier la méthode de dosage de l'azote, très délicate. Cette uniformisation est incontestablement indispensable, si on en juge par la communication des trois auteurs cités précédemment, car ceux-ci indiquent des méthodes différentes de celles utilisées en France : par exemple pour la détermination de la cellulose brute, où les différences sont d'autant plus importantes que ce dosage est purement arbitraire et que les résultats obtenus peuvent varier facilement du simple au double suivant la méthode utilisée.

Les critères d'appréciation des aliments du bétail en vue d'établir une convention internationale pour le commerce de ces produits. Vand den Berghe (20-8).

L'A. résume les divers contrats utilisés. Il insiste sur les divergences existant dans les critères de qualité d'après ces contrats, qui justifient l'établissement, pour le commerce international, de normes de qualité bien définies.

De plus l'A. indique que la garantie unique dans le cas des sous-produits d'huilerie, en albumine et graisse réunies, encore utilisée, ne peut plus suffire.

En effet, actuellement ces sous-produits se trouvent sur le marché sous forme de « schilfers », qui contiennent des quantités de graisses variant de 8 à 25 % suivant les lots. Or, si les schilfers ne contenant pas plus de 8 % de graisse se conservent sans rancir, il n'en est pas de même pour une teneur en lipides plus élevée. De plus, les acides gras détruisent les vitamines d'une ration et n'ont qu'une valeur alimentaire médiocre qui, au point de vue valeur énergétique, se rapproche de celle de l'amidon.

Donc, des tourteaux contenant par exemple 25 % d'albumine et 20 % de graisse n'ont pas la même valeur alimentaire que ceux contenant 40 % d'albumine et 5 % de graisse.

La garantie en albumine et graisse réunies est donc un non-sens.

Enfin l'A. signale qu'en ce qui concerne les sous-produits de graines oléagineuses à coques (coton, arachide, etc...), maints produits sont vendus sous une dénomination erronée. Ainsi des tourteaux dits « d'arachides décortiquées » ont des teneurs en cellulose variant entre 2,23 et 15,75 %.

Il serait donc indispensable que des appellations « décortiqué », « partiellement décortiqué » et « non décortiqué » soient liées strictement à la teneur en cellulose.

Essais sur l'établissement d'unités pour déterminer la valeur sur le marché de farines de poisson pour l'alimentation animale en tenant compte de leur composition et valeur nutritive. R. Gonzalez, G. Morales et Cuenca (20-2).

Comme cela a été fait pour les sous-produits d'huilerie les A.A. proposent, pour la détermination de qualités comme pour la fixation des prix, des pourcentages de : protéine, graisse, cendre et chlorure de sodium.

Les dosages dans les farines de poisson et de viande destinées à l'alimentation du bétail. Verdier-Dufour (20-11).

L'A. fait un bref résumé des méthodes d'analyses à utiliser pour l'étude de ces farines de poisson, et des précautions à prendre dans l'interprétation des résultats.

La farine de poisson et les facteurs de croissance dans la nutrition animale. Santos Ruiz et Rotland de Franch (20-9).

Les A.A. font une étude des aminoacides essentiels de la farine de poisson, des vitamines du complexe B, en particulier de la vitamine B 12.

Enfin ils effectuent une étude critique de l'utilisation des antibiotiques avec ces farines, et ils en concluent que les bénéfices que peuvent produire ces composés ne compensent pas les inconvénients de leur emploi.

Cette question de l'emploi des antibiotiques en supplément dans les rations d'élevage a été également étudiée dans une autre publication.

Expériences danoises concernant l'alimentation des porcs avec des antibiotiques. M. Clausen (20-14).

Dans le cas de l'élevage des porcs, cet A. relate les expériences faites avec la terramycine et la pénicilline.

La pénicilline permet un accroissement de poids journalier de 10 % et une diminution de la consommation de nourriture de 8 %, alors que la terramycine provoque un accroissement de poids de 16 % et une diminution de consommation de 13 %.

Cette publication a été, au cours de la réunion, l'objet d'une discussion animée ; il a été dit en particulier que ces antibiotiques ne devaient être utilisés qu'avec beaucoup de prudence, car leur influence à longue échéance sur l'animal ou sa descendance n'est pas encore connue. M. Leroy a indiqué, en particulier, que l'usage de ces antibiotiques doit être absolument interdit dans l'alimentation des animaux destinés à la sélection.

LES " JOURNÉES DU RIZ " EN ARLES

1, 2 et 3 juillet 1954

par J. Maistre.

Directeur de laboratoire de l'agriculture de la France d'outre-mer

Organisées pour la quatrième fois en Arles, les 1er, 2 et 3 juillet 1954, par les Directions des Services Agricoles des Bouches-du-Rhône et du Gard et le Syndicat des Riziculteurs de France, les « Journées du Riz » ont obtenu, comme les années précédentes, un très grand succès.

De nombreuses personnalités assistaient à cette manifestation, qui réunissait plus de trois cents congressistes.

Les séances d'études furent présidées par M. l'Inspecteur Général de l'Agriculture Bailly, représentant M. le Ministre de l'Agriculture, assisté de M. Clauzel, Président du Syndicat des Riziculteurs de France.

Tous deux, successivement, saluèrent les personnalités présentes avant de donner la parole aux rapporteurs.

La première communication, de M. Cépède, Professeur à l'Institut National Agronomique, était intitulée **« La production et la consommation du riz dans le Monde, en Europe et en France »**. Dans son exposé, l'Auteur, après avoir rappelé les chiffres de la production rizicole mondiale d'avant-guerre, montra l'accroissement de cette production par suite de l'extension des zones cultivées en Afrique et Océanie, ainsi qu'en Amérique Centrale, du Nord ou du Sud. Par suite de l'élévation des prix et de la diminution du pouvoir d'achat des populations asiatiques, la demande de riz de ces consommateurs traditionnels a baissé et l'on a vu s'accumuler des stocks importants dans les pays du Sud-Est asiatique, exportateurs habituels. La production européenne a, elle aussi, beaucoup augmenté et le chiffre des importations nécessaires au marché européen est tombé à 6,4 % de ce qu'il était avant-guerre. Mais il faut dire que le chiffre de la consommation par tête et par an a considérablement baissé : déjà très faible (2,4 kg) avant le conflit mondial, il n'est plus que de 1,7 kg aujourd'hui. « Il en résulte, dit très justement M. Cépède, que le marché français du riz sera influencé par la publicité, surtout si elle insiste sur la qualité. ».

M. Fouilland, Ingénieur Agricole, Président du Syndicat des Régisseurs des Bouches-du-Rhône, présenta ensuite une communication intitulée **« L'introduction de la culture du riz dans une propriété viticole méridionale irrigable. »** Sa conclusion est que, si le remplacement de la vigne par le riz semble possible dans les circonstances économiques actuelles, il importe d'agir avec beaucoup de prudence. Ce remplacement doit se limiter à des catégories de terres bien déterminées, en s'entourant de toutes les précautions désirables pour éviter les infiltrations nuisibles. Le plus souvent, il apparaît que la présence du riz ne sera que temporaire dans un domaine essentiellement viticole.

Mlle Durand, Stagiaire de recherches au CNRS, exposa les travaux, qu'elle poursuit avec M. Cerighelli, Professeur de la Faculté des Sciences de Marseille, sur **« L'influence du chlorure de sodium sur la germination et la végétation du riz. »** De ces travaux, encore en cours, ainsi que des observations d'autres chercheurs, il paraît résulter que : 1°) de faibles concentrations de chlorure de sodium semblent exercer une action stimulante sur le développement des plants de riz, sans que les doses favorables ni le processus d'action aient pu encore être précisés ; 2°) à doses plus élevées le chlorure de sodium devient rapidement toxique ; 3°) cette toxicité varie avec différents facteurs (variété, stade de développement des plants, température du milieu, son pH, sa composition et son aération).

M. du Lac, Vice-Président du Syndicat des Riziculteurs de France, eut ensuite la parole pour présenter sa communication : **« Contribution à l'étude de l'amélioration des terres salées dans les Basses Plaines du Littoral Méditerranéen »**. Il montra le grave danger des arrosages massifs si la contre-partie indispensable des exutoires et

des stations de pompage d'assainissement n'existe pas. Ce grave problème d'évacuation a enfin été compris en Camargue et il trouve sa solution dans l'établissement de trois stations de pompage d'un débit total de 17.000 litres/seconde. Il conviendra d'établir aussi un réseau de drainage convenable. Enfin, l'amélioration du sol nécessitera l'emploi d'amendements calciques neutres, en particulier du plâtre.

Enfin, pour terminer cette première matinée d'études, M. Arrighi de Casanova, Ingénieur en Chef du Génie Rural du Vaucluse, traita des **« Problèmes hydrauliques posés par la riziculture »**. Il fit part de la méthode, mise au point aux Etats-Unis par Blancy et Criddle, qui donne avec un degré d'approximation suffisant les besoins mensuels théoriques en eau d'irrigation des diverses cultures. Pour le riz, dans la région arlésienne et en terrains non salés, on arrive par ces calculs à la nécessité d'un volume global de l'ordre de 22.000 m^3, le débit de pointe (juillet) étant de 2,3 1/sec/ha, soit 2,75 1/sec/ha en tête du réseau.

La seconde journée débuta par un exposé de MM. Clave et Cabasson, Ingénieurs en Chef, Directeurs des Services Agricoles des Bouches-du-Rhône et du Gard, et de M. Dellenbach, Ingénieur en Chef du Génie Rural, Directeur de la Station Régionale d'Essais de Machines de Montpellier, sur **« Quelques récents résultats de l'expérimentation rizicole dans la Région Méridionale »**. Ils traitèrent successivement : du comportement des variétés de riz japonais, de la variété Stirpe 82, de la production des semences françaises, de l'influence de la fumure sur le rendement à l'usinage et la qualité du riz, du problème de l'assolement et des essais de moissonneuses-batteuses à riz. Les variétés japonaises introduites en Camargue sont intéressantes comme géniteurs pour leur résistance à l'égrenage et leur grande précocité, mais la faiblesse de leurs rendements ne permet pas de les utiliser en exploitation rizicole normale. La Stirpe 82, variété à grains longs et à rendements en culture et à l'usinage intéressants, doit trouver sa place dans la production rizicole métropolitaine. Quant à la production des semences françaises, elle est en nette augmentation (de 500 quintaux en 1951, elle est passée à 6.200 en 1954) et leur qualité ne le cède en rien à celle des semences d'importation. Une fumure azotée trop abondante détermine un retard notable de maturité et une augmentation du taux des grains verts, d'où perte sensible de rendement ; de plus, la translucidité du grain paraît également affectée. La culture des maïs hybrides peut constituer une sole intéressante en association avec la rizière. Enfin, les essais comparatifs de moissonneuses-batteuses sont encore à poursuivre avant de pouvoir en tirer une conclusion valable.

Le **« Contrôle de la nutrition du riz par le diagnostic foliaire »** fut présenté par MM. Maume et Dulac, Professeurs à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier. Sans insister sur cette technique maintenant bien connue, signalons toutefois que les Auteurs ont reconnu que, pour le riz, l'absorption d'une quantité d'azote élevée, correspondant à des indices supérieurs à 3 % de la matière sèche de la feuille, n'entraîne pas toujours un accroissement de récolte mais peut, par contre, se trouver en corrélation avec la verse.

MM. le Professeur Richet, de l'Académie de Médecine, Boulin et Uhry présentèrent ensuite une communication très documentée intitulée **« Valeurs alimentaire, diététique et thérapeutique du riz »**. Ils précisèrent, entre autres, l'intérêt du riz dans le traitement de l'hypertension artérielle par le régime de Kempler.

M. le Professeur de Pomiane, de l'Institut Supérieur de l'Alimentation, traita, avec science et humour de **« La préparation culinaire du riz »**.

Enfin, les études en salle furent complétées par la visite des domaines rizicoles de Saint-Sinion et de Boisviel et par celle des principales rizeries des environs d'Arles.

Précisons également la présentation aux « Journées du Riz » du Bulletin Agronomique n° 10 de la Section Technique d'Agriculture Tropicale, intitulé **« Le Riz aux États-Unis »**.

LA CULTURE DU CACAOYER AUX NOUVELLES-HÉBRIDES*

Le cacaoyer est cultivé aux Nouvelles-Hébrides dans deux îles, Espiritu Santo et Vate, dont le climat convient parfaitement à cette plante. Dans l'une et l'autre de ces îles, les sols susceptibles d'être cultivés en cacaoyers sont étendus et les surfaces pourraient être augmentées.

Le cacaoyer a été introduit de diverses origines au début du siècle. Le type actuellement cultivé est un hybride de Criollo et de Forastero, où ce dernier domine. En 1910, il existait trente plantations de cacaoyers s'étendant sur 200 à 250 ha. Les extensions furent nombreuses de 1918 à 1925 ; depuis 1940 aucune nouvelle mise en culture n'a eu lieu. En 1935, soixante plantations couvrant 5.000 ha de cacaoyers produisaient 2.770 tonnes de cacao. La production de 1950 n'a été que de 630 tonnes.

La plantation a été effectuée : soit sur terre totalement déforestée en plantant des arbres d'ombrage, soit dans la forêt partiellement défrichée. Cette dernière méthode s'est, avec les années, révélée fort mauvaise, par suite des attaques des termites et d'un pourridié, *Ustulina deusta*. Les arbres d'ombrage reconnus les meilleurs sont : *Pterocarpus indicus* spontané aux Nouvelles-Hébrides, *Erythrina fusca* et des *Albizzia*. Parmi les engrais verts essayés : *Centrosema, Calopogonium, Pueraria, Vigna, Vigna oligosperma* s'est montrée préférable.

On compte qu'il faut pour la création et la conduite jusqu'à sa sixième année d'une plantation d'un hectare de cacaoyers sur sol totalement déforesté avec plantation d'arbres d'ombrage, etc., quatre cent cinquante à cinq cents journées de travail. L'entretien annuel, par la suite, ne demande que quarante cinq journées.

La récolte principale a lieu en juillet et août. La fermentation, qui demande six jours, s'effectue dans des cuves en bois ou en ciment. Le rendement a, au début, était très élevé, il n'est plus que de 100 à 150 kg à l'hectare.

Les plantations devraient être créées en respectant les règles suivantes : choix d'un sol qui convienne, défrichement total, plantation d'un ombrage, emploi d'un matériel végétal sélectionné, lutte contre les parasites et les maladies, utilisation des plantes de couverture, paillage et fumure (potasse), amélioration de la qualité du cacao.

La phytopathologie du cacaoyer aux Nouvelles-Hébrides a été étudiée dans un numéro précédent de *L'Agronomie Tropicale*, 1954 (janvier-février), p. 41-8.

Les principaux animaux parasites, sont des insectes, des rats et des oiseaux.

Parmi les insectes, on trouve des Coléoptères Longicornes: *Praonetha binodosa* Bates attaquant les branches et les troncs des jeunes arbres ; *Monohammus holotephrus* Boids qui attaque les troncs des cacaoyers adultes, Il est plus dangereux que le précédent. Contre l'un et l'autre, on préconise une stricte surveillance et des ramassages.

Divers scolytes, des Lépidoptères ne sont que des parasites secondaires ou ne causent que des dégâts réduits.

En revanche un *Pseudococcus* constitue un véritable fléau. Il pique le pédoncule des jeunes fruits provoquant leur chute ou leur dessèchement. Il propagerait le black pod des cabosses provoqué par le *Phytophthora palmivora*.

Les termites causent des dégâts très sérieux. Les rats se nourrissent de la pulpe sucrée entourant les fèves. Des oiseaux, Psittacidae, causent de faibles dégâts de même nature.

* D'après le Document Technique nº 40, 1953 (janvier) rédigé par MM. Urquhart (d. h.), Lods (m. g.), Dadant (m. r.), Cohic (m. f.) de la Commission du Pacifique Sud.

CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE ET NATUREL

Consommation mondiale en pour cent

	1949	1950	1951	1952	1953
Caoutchouc naturel	76	75	65	62	64
Caoutchouc synthétique.	24	25	35	38	36

Consommation aux Etats-Unis
en milliers de tonnes et en pourcentage

	1949		1951		1953	
Caoutchouc naturel	575	58	454	37	560	42
Caoutchouc synthétique.	414	42	759	63	780	58
Total	989		1213		1340	

Consommation dans le Monde
(moins les Etats-Unis et l'U. R. S. S.)
en milliers de tonnes

	1949	1950	1951	1952	1953
Caoutchouc naturel	864	985	1046	997	1005
Caoutchouc synthétique.	36	42	54	78	88
Total	900	1027	1100	1075	1093

Bulletin de la Soc. Belge d'Etudes et d'Expansion, 1954 (mars-avril).

DÉCORTICAGE DES ARACHIDES A L'AIDE D'APPAREILS COMPORTANT UN ROTOR ET DES GRILLES GARNIS DE CAOUTCHOUC

Les décortiqueurs à arachides ainsi modifiés peuvent être utilisés avec avantages dans certains cas : préparation des arachides de semence, des arachides salés, du beurre d'arachide. La proportion de brisures et de graines éraflées fut de 5 % au maximum et put descendre à 2 %.

Revue générale du caoutchouc, 1954 (avril).

SECTEUR EXPÉRIMENTAL DE MODERNISATION AGRICOLE DES CACAOYÈRES AU CAMEROUN

Cet organisme, créé en application de la loi du 30 avril 1946, propose le programme d'action suivant :

a) Assurer la mise en état des cacaoyères de la zone centrale du territoire.

b) Eduquer le planteur africain sur les façons culturales et phytosanitaires.

c) Apprendre aux planteurs, à l'aide d'essais judicieusement choisis, la fumure et l'emploi des engrais.

d) Inciter les planteurs, lors de la mise en place des plantations de remplacement, à employer des plants sélectionnés.

f) Améliorer la fermentation et le séchage en créant des ateliers pilotes.

g) Faciliter la commercialisation et le conditionnement en installant les hangars de stockage.

h) Améliorer et créer des pistes de collecte et d'une manière générale d'accès aux plantations.

i) Faire comprendre aux planteurs africains que c'est eux qui demeurent les artisans principaux de la production du cacao.

Bulletin d'information et de documentation du Cameroun, 1953.

DEUXIÈME RÉUNION DU COMITÉ RÉGIONAL DE L'AFRIQUE CENTRALE POUR LA CONSERVATION ET L'UTILISATION DES SOLS

Cette réunion s'est tenue à Dschang du 22 février au 1er mars 1954. Elle réunissait des délégations du Congo Belge, de San-Thomé, de l'A. E. F., du Cameroun.

Bulletin d'Information et de Documentation du Cameroun, 1954 (31 mars).

LE VANILLIER ET LA VANILLE DANS LE MONDE, par G. Bouriquet, Docteur ès Sciences Ingénieur d'Agronomie Coloniale, Inspecteur Général des Laboratoires de l'Agriculture de la France d'Outre-Mer, Correspondant du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et de l'Académie des Sciences Coloniales.

Avec la collaboration de : MM. Bùi Xuân-Nhuân, J. Frère, Mme Garros-Patin, MM. G. Gruet, J. Hahn, Mme Panca-Heim, MM. M. Janot, F. Mariat, Mme J. Nicot, MM. R. Portères, J. Risbec, Mme P. Roux, MM. Segalen, H. Stehle, Mlle Stoll.

Après avoir créé et mis au point une technique de germination des graines, réputées stériles, du Vanillier, l'Auteur, qui connaissait les principaux centres de culture de cette Orchidée, pensa qu'il conviendrait de réaliser une monographie aussi complète que possible de la plante qui produit le précieux aromate, la vanille, en utilisant les nombreux travaux épars publiés dans le monde.

Pour cela il convenait également d'entreprendre des études complémentaires ou originales sur différents problèmes mal connus, tels que la formation du parfum, certaines altérations du produit préparé, la microflore des sols de vanilleraie, la recherche des fraudes.

La possibilité d'utiliser les semences permet tous les espoirs en ce qui concerne le perfectionnement de la plante par les méthodes de la géné-

tique et il apparaissait, en effet, nécessaire pour faciliter la tâche des chercheurs, de mettre entre leurs mains un instrument de travail susceptible d'être utilisé, notamment dans les centres spéciaux de recherches sur le Vanillier et la vanille tel que celui qui a été créé récemment, dans le centre d'Antalaha à Madagascar.

Pour traiter d'une façon irréprochable l'ensemble d'un aussi vaste sujet, l'Auteur a fait appel aux meilleurs collaborateurs français susceptibles de l'aider et c'est ainsi qu'il a pu confier aux personnalités les plus qualifiés, les matières qui sortaient de sa compétence.

Quant à l'illustration, elle a été en grande partie réalisée par une remarquable spécialiste du dessin scientifique, Mlle Donge, et un excellent artiste malgache, Marc Rabarijaona.

Cet ouvrage, le premier du genre traitant d'agronomie tropicale française, intéresse non seulement les agronomes, les généticistes, les planteurs et les préparateurs de vanille, mais encore les botanistes, les amateurs d'Orchidées, les mycologues, les entomologistes, les biologistes, les chimistes de tous les pays, ainsi que certains industriels et commerçants.

Cet ouvrage a été préfacé par M. Roger Heim, membre de l'Institut, et M. M. Guillaume, Inspecteur Général de l'Agriculture du Ministère de la France d'Outre-Mer.

Il sera publié par P. Lechevalier, 12, rue de Tournon, à Paris (VIe) : un volume (29 × 17), 724 pages, 224 figures, 16 planches en noir, 6 planches coloriées, 10 cartes hors-texte et 4 dans le texte.

S. O. C. P. E.

Société Cle de Produits Équatoriaux
6, rue Saulnier, **PARIS (9e)** Prov. 21-61, 21-62

Fabrique et Distribue

en France et dans toute l'Union Française

TERMITOX :

Détruit toutes les variétés de Termites

TOBACCO-CHLORDANE :

Détruit les vers blancs, gris et jaunes du tabac

COTONEX :

Détruit les parasites du coton

CHLORCAFEX :

Détruit les parasites du caféier

SWAYTOX :

Peinture insecticide sans accoutumance pour les Silos, Meuneries, Fermes Habitations, Etables, Clapiers (Protège contre la myxomatose). La plus économique des Peintures insecticides

I

OUVRAGES ET DOCUMENTS GÉNÉRAUX

9-173

Les populations aborigènes. Conditions de vie et de travail des populations autochtones des pays indépendants. Bureau international du travail, 205, bd Saint-Germain, Paris VII, 1953, Genève, 16 francs suisses, 1.200 francs français, 700 p., phot., tabl., cartes.

Cet ouvrage est composé de quatre parties.

Première partie. **Définitions et données préliminaires.** Définition de l'aborigène, données démographiques et géographiques.

Deuxième partie. **Conditions de vie,** Alimentation, habitation, problèmes sanitaires, l'alcoolisme et la mastication de la feuille de coca en Amérique, analphabétisme et éducation.

Troisième partie. **Le travailleur aborigène dans l'économie.** Métiers et occupations, le régime foncier et les conditions de travail, formation professionnelle et protection de l'artisanat.

Quatrième partie. **L'action sur le plan national et international.** Politique économique et sociale des gouvernements, action internationale.

9-174

Onoranze à Léonardo da Vinci (Célébration du cinquième centenaire de la naissance de Léonard de Vinci). Associazione italiana della stampa, technica, scientifica, et periodica, édit., 2, Via Mercanti, Milano, 1953.

Ce travail comprend douze fascicules.

Strano (T.). — Léonard de Vinci. Sa vie.

Calvi (I.). — Léonard de Vinci, ingénieur militaire.

Zammattio (C.). — Les vues scientifiques de Léonard de Vinci.

Tursini (L.). — Les armes de guerre par Léonard de Vinci.

Bazardi (A.). — La botanique vue par Léonard de Vinci.

Gianotti (A.). — La géographie et la géologie dans les œuvres de Léonard de Vinci.

Strobino (G.). — Les machines à tisser par Léonard de Vinci.

Senaldi (M.). — L'anatomie et la physiologie humaines par Léonard de Vinci.

Ucelli (G.). — Le musée national de la science et de la technique de Léonard de Vinci.

Cianchi (R.). — Léonard de Vinci et sa famille.

Arata (G. U.). — Léonard de Vinci, architecte et urbaniste.

Castelfranco (G.). — Les vues esthétiques de Léonard de Vinci.

9-175

Laere (Van R.). — **Le papayer.** Direction de l'agriculture, de l'élevage et des forêts, Ministère des Colonies, 7, Place Royale, Bruxelles, Tract nº 34, 1954, 24 p., 7 fig., bibliographie de 8 références.

Petit opuscule à l'usage du planteur. Le sommaire indique les principaux chapitres : origine, botanique, exigences du papayer, culture..., l'appareil laticifère et le latex, extraction et préparation de la papaïne..., maladies et insectes.

9-176

Algérie 54. — Encyclopédie mensuelle d'outre-mer, 3, rue Blaise-Desgoffe, Paris, 850 fr., 226 p., 131 photos, 16 cartes dont un dépliant en couleurs, 17 graphiques.

L'ouvrage se compose de quatre parties, après une introduction intitulée : Le pays et les Hommes. I. Structure politique et administrative. Armature sociale. Développement culturel. II. L'Algérie économique. III. L'équipement. IV. Le Sahara. Une conclusion : L'Algérie face à son destin termine l'ouvrage.

Dans la deuxième partie, de nombreux articles traitent de l'Algérie agricole : **La propriété rurale et la colonisation** : M. Barbut ; **les perspectives de développement de l'agriculture** : G. Vialas ; **les céréales, les légumineuses, les cultures industrielles** : M. Barbut ; **la production maraîchère, la vigne et les vins, l'arboriculture fruitière** : A. Herbault ; **la lutte contre les érosions** : A. Saccardy ; **la recherche et l'expérimentation agricoles, l'enseignement et la vulgarisation agricoles** : M. Barbut ; **l'Institut agricole d'Algérie** : M. Deloye ; **la coopération, la mutualité, le crédit et paysanat** : M. Barbut ; **l'œuvre économique et sociale des coopératives de Bône.**

9-177

Assainissement et Drainage. Irrigation et arrosage. — *Chambres d'Agriculture*, 11 *bis*, rue Scribe, Paris, nº 49, 1954 (1er avril).

La rubrique « Technique-Agriculture » du périodique *Chambres d'agriculture* d'avril contient quatre articles sur l'irrigation et le drainage ;

ARNOULD (Ch). **L'assainissement agricole et le drainage**, p. 3-8.
LOURDIN (M. L.). **Economie du drainage**, p. 9-13.
ARRIGHI DE CASANOVA. **Economie d'eau dans les irrigations**, p. 19-24.
DELOYE (M.), REBOUR (H.). **Les irrigations et arrosages à profondeur variable**, p. 25-29.
Suivent trois plans d'étude : le premier concernant l'assainissement, le deuxième le drainage et le troisième les irrigations et arrosages.

9-178

L'HÉRITIER (PH.). — **Traité de génétique. I. le mécanisme de l'hérédité. II. La génétique des populations.** Presses Universitaires de France, 108, boulevard Saint-Germain, Paris, 1954, I, p. 1-343, 1.500 fr., II, p. 344-518, 900 fr., fig., bibliographie en fin de chaque chapitre.

Le tome I comprend les chapitres suivants : Historique et Généralités ; lois de Mendel. Le Mendelisme classique. La théorie chromosomique de l'hérédité. Les faits héréditaires à l'échelle du chromosome. L'hybridation entre espèces. Les mutations ; leur apparition spontanée et leur production expérimentale.
Le tome II comprend les chapitres suivants : Les divers systèmes de croisements et la structure génétique des populations. Variations de la fréquence des gènes dans les populations ; rôle de la sélection, des mutations et du hasard. Les populations naturelles et l'interprétation néodarwiniste du mécanisme de l'évolution.
Le tome III, **Génétique Physiologique**, est à paraître.

9-179

FOX (ROBERT B.). — **The Pinatubo negritos. Their useful plants and material culture** (Les négritos Pinatubo. Les plantes qu'ils utilisent et celles qu'ils cultivent). *The Philippine journal of science*, Manille, vol. 81, nº 3-4, 1952 (septembre-décembre), p. 173-414, 1 carte, dix-huit planches, 5 fig.

Ce long ouvrage, écrit par un anthropologue, est consacré à toutes les plantes dont les pygmées de cette tribu des îles Philippines se servent. Un index, qui termine l'ouvrage, facilite son utilisation.

9-180

COYAUD (Y.), ANGLADETTE (A.), BARAT (H.), CARESCHE (L.), CLAVE (P.), LAFFORGUE (A.), MAISTRE (J.). — **Le riz aux Etats-Unis.** *Bulletin agronomique* nº 10, Section technique d'agriculture tropicale, Nogent-sur-Marne, 1954, 304 p., cartes, croquis, graphiques, tableaux, photo, bibliographie en fin de chaque chapitre.

Ce très important travail est le rapport d'une mission organisée par l'Association Française pour l'Accroissement de la Productivité. Le séjour aux Etats-Unis eut lieu du 29 juillet au 28 octobre 1951, mais les données, statistiques ou autres, ont été mises à jour jusqu'en fin 1953.
Les A.A. ont parcouru les zones rizicoles des quatre Etats, où la riziculture est une culture importante : l'Arkansas, la Louisiane, le Texas et la Californie.
Le riz est cultivé aux Etats-Unis sur près de 800.000 ha, produisant près de deux millions et demi de tonnes de paddy. C'est une culture en extension continue.
Après avoir précisé les conditions écologiques et humaines de cette production, la mission étudie dans le détail cette dernière tant au point de vue agronomique qu'au point de vue technologique et économique. Elle s'est particulièrement intéressée aux facteurs qui sont la raison de l'accroissement considérable de cette production ces dernières années, cherchant à déterminer dans quelles mesures des possibilités d'adaptation ou plus généralement de transposition peuvent être envisagées, soit dans la Métropole, soit dans les autres territoires de l'Union française.

Les chapitres successifs sont les suivants :

Climat (température, pluies, évaporation, humidité relative, vents) comparaison entre les climats des zones rizicoles des Etats-Unis et ceux des zones rizicoles de l'Union française.

Sols. Les sols à riz sont étudiés Etats par Etats, d'abord ceux des Etats du Sud, puis ceux de Californie. Des cartes indiquent, pour chaque Etat, les zones rizicoles. Dans le dernier paragraphe, les principaux sols à riz de l'Union française sont comparés à ceux des Etats-Unis.

Les **conditions humaines.** Tour à tour sont étudiées les questions suivantes : la structure des exploitations, le régime de l'exploitation, la main-d'œuvre agricole, la formation professionnelle des riziculteurs, le niveau social du riziculteur. Les A.A. insistent sur le haut niveau d'instruction agricole atteint par les agriculteurs : « Presque tous les fermiers de cette région (en Arkansas), sont diplômés d'une école d'agriculture et quelques-uns sont gradués du collège. Souvent, ils passent d'abord deux ans à l'école d'agriculture puis deux ans au collège d'agriculture. »

Irrigation. Drainage. L'estimation des besoins en eau, théoriquement comme pratiquement, donne un chiffre égalant ou dépassant 1 l/ha/sec. suivant les Etats. L'origine des eaux d'irrigation est ensuite passée en revue : puits, cours d'eau, réservoirs. La qualité des eaux d'irrigation, son influence sur la composition des sols de rizière, la conduite de l'irrigation, quelques données techniques et économiques sur l'irrigation et le drainage sont les titres des paragraphes suivants.

Rotation et fumure. Ces deux importantes questions sont étudiées Etats par Etats. Dans ceux de la zone atlantique, la fumure azotée ammoniacale est la plus répandue ; la rotation faisant alterner la jachère, ou mieux la pâture ou un engrais vert, est de plus en plus employée. En Californie, on a essayé l'ammoniaque anhydre enfoui dans le sol, et on fait succéder le riz à un pâturage amélioré le plus souvent.

Le matériel végétal et son amélioration. La répartition des variétés suivant le format du grain est actuellement le suivant : un quart en grains ronds, un peu plus d'un quart en grains moyens, presque la moitié en grains longs. Les méthodes et les techniques de la sélection sont longuement étudiées, ainsi que celles de l'hybridation. Les buts des sélections dans les Etats du Sud, puis en Californie, sont ensuite exposés.

La production des semences de riz et leur contrôle sont étudiés ensuite. 91 % des semences appartiennent à seulement quatre variétés : Blue Bonnet, Rexoro, Zénith, Pearl. Production des souches de semences sur les stations agricoles (Stuttgart, Crowley, Beaumont, Biggs) ; réglementation concernant la production et le commerce des semences (le commerce est libre, mais soumis à une réglementation en Californie et en Louisiane) ; production des semences (multiplication proprement dite et conditionnement) ; aspect économique de la production et du commerce des semences.

La lutte contre les mauvaises herbes. Cette lutte est menée soit préventivement : par l'entretien de la propreté du terrain grâce à l'assolement, par l'adaptation de l'irrigation et de la méthode du semis à la lutte contre les mauvaises herbes, par la propreté des diguettes et des canaux d'irrigation, par l'emploi de semences pures, débarrassées notamment du riz rouge. La lutte est encore menée directement avec le 2,4 D. Sont ensuite étudiés : les herbicides défoliants pour faciliter la récolte — il en sera question dans un autre chapitre —, les traitements herbicides des canaux, de leurs berges avant la mise en eau et des chemins, par le fauchage fréquent ou par des herbicides généraux ou par des stérilisants du sol. Quelques renseignements sur les appareils d'épandage des herbicides sont donnés.

Les **maladies du riz et leur traitement**. La lutte se mène contre elles : par le réglage de l'irrigation et le drainage, par l'emploi de variétés résistantes, par la rotation avec des cultures sèches amenant la destruction des germes infectieux du sol, par le traitement des semences. Une liste des fabricants d'appareils et de produits fongicides pour le traitement des semences termine le chapitre.

Les **déprédateurs animaux de la production du riz**. Ces derniers sont des insectes, des crustacés, des oiseaux et des rongeurs. Chaque animal est étudié, les moyens de lutte indiqués. Les déprédateurs du riz emmagasiné : insectes et rongeurs. Une liste des produits insecticides employés aux Etats-Unis en riziculture est jointe en fin de chapitre.

Les **travaux culturaux**. Ces derniers sont totalement mécanisés. Tous les travaux sont passés en revue : aménagement et préparation du sol, nivellement grossier, labours, disquage, nivellement et hersage, formation des diguettes, semis (le repiquage est inconnu) — le semis dans l'eau avec des semences préalablement germées, par avion même, tend à se répandre. La récolte est effectuée de plus en plus à la moissonneuse batteuse automotrice, montée sur pneus spéciaux ou en Californie sur chenilles. Les avantages de la moissonneuse-batteuse sont largement exposés : cette machine est seule à employer si la surface à récolter est suffisante, au moins cent hectares. Le dernier paragraphe est consacré à la récolte du riz couché, qui peut s'effectuer correctement grâce au pick-up reel.

Séchage. La récolte à la moissonneuse-batteuse oblige au séchage artificiel du paddy, ce dernier est récolté avec une humidité pouvant atteindre 25 % et ne peut être stocké ou travaillé que si cette dernière est ramenée à 13 %. Le séchage est effectué à l'air chaud, soit à la ferme, soit par des organismes de stockage, soit par l'usinier (différents exemples sont donnés). A l'échelon fermier, on commence à sécher avec des foodkeepers, composés de cellules remplies de paddy, dans lequel, par aspiration ou par refoulement, passe un courant d'air réchauffé ou non. Quelques renseignements sont donnés sur le séchage artificiel du riz sur pied avec le dinitrophénol ou le chloroacétate de sodium, qui permet d'obtenir un grain : uniformément mur, à faible teneur en eau (vers 16-17 %) et d'éliminer les herbes et graines à fort pourcentage d'humidité.

Stockage. Rappel des principes du stockage (dégâts causés par l'humidité, la chaleur, les insectes, pertes quantitatives, odeurs indésirables, impuretés). Méthodes de conservation du paddy humide (nettoyage, changement de cellules, aération du grain par ventilation naturelle ou forcée d'air chauffé ou non). Stockage en sacs (semences).

L'usinage du riz. Aux Etats-Unis, le paddy est décortiqué dans des appareils à meules, sauf dans les petites exploitations où il est traité dans des cylindres Engelberg. Après le séparateur à paddy, les grains non décortiqués vont, selon les installations, soit à une autre meule, soit à un appareil à décortiquer à bande de caoutchouc. Le blanchiment n'est pas effectué par des cônes, mais par des cylindres Engelberg, ces derniers sont moins encombrants, moins coûteux et exigent un moindre entretien ; le riz à blanchir y passe deux fois, le blanchiment est relativement poussé. Le riz est ensuite poli, puis glacé (talc + glucose). Un rendement en riz blanc de 70 %, dont 58 % de riz entier, est considéré comme passable. Sont ensuite indiquées les différentes études poursuivies à l'usine miniature expérimentale de Stuttgart sur l'humidité du grain, le pourcentage de matières grasses. A l'Université d'Arkansas, au Southern regional research Laboratory de New-Orléans sont entreprises d'autres études. Le mode d'expertise des qualités industrielles des riz est ensuite exposé.

Les **standards officiels des Etats-Unis pour le paddy, le riz décortiqué et le riz usiné** sont définis par un acte appliqué depuis le 1er juillet 1951. Le contrôle en est effectué par le Production and Marketing Administration, « Branche céréale » du Département de l'agriculture ; elle n'effectue ses inspections que sur demande.

Produits et sous-produits de l'usinage du riz. Valeur alimentaire. Les études concernant l'utilisation de ces produits sont très poussées aux Etats-Unis, principalement sur les matières grasses, les balles, les nouvelles utilisations du riz. Un paragraphe est consacré à la valeur nutritive du riz (effet de la fertilisation, influence de la variété, teneurs en vitamines suivant les traitements subis). Le chapitre traite ensuite : des riz enrichis (procédé Hoffmann Laroche, procédé Fieger), des riz étuvés (méthode de conversion), du son de riz (détérioration des matières grasses qu'il contient, sa conservation), de l'huile de son (extraction et utilisation). Au laboratoire d'Albany, on étudie différentes formes d'utilisation du riz (congelé, en conserve, précuit, boucles de riz, riz gonflé, flocon de riz, popped rice, riz gluant). Sont envisagées les principales utilisations possibles des balles de riz.

Aspects économiques de la production rizicole. L'orientation actuelle de la politique agricole des Etats-Unis, particulièrement en ce qui concerne le riz, est exposée: encouragement à la production. Les principaux facteurs de cette dernière sont énumérés. Le coût de la production est évaluée. Les variations du prix de vente, ces dernières années, sont indiquées. Les prix de certains produits agricoles sont soutenus : le riz l'est à 90 % du « prix de parité » sous condition que des mesures restrictives soient appliquées par les riziculteurs. Différents cas d'application du prix support par la section Marketing du P. M. A. sont exposés.

Les **organisations professionnelles agricoles**. Il n'existe pas aux Etats-Unis de groupement rizicole professionnel. Les riziculteurs entrent dans l'une ou l'autre des grandes associations agricoles de ce pays : Farm Bureau, Farmer's Union, la Grange, dont l'organisation et le fonctionnement sont indiqués. Ces trois organismes semblent grouper plus de la moitié des cultivateurs.

Il existe des organisations économiques rizicoles coopératives, dont une, l'Arkansas Rice Grower Association, possède la plus importante rizerie du Monde.

Le dernier chapitre est consacré à la **transposition ou application aux territoires de l'Union française des techniques rizicoles américaines** : France métropolitaine, Afrique continentale, Madagascar, Etats Associés d'Indo-Chine.

Le bulletin se termine par quatre annexes. La première est consacrée à la fumure : **emploi de l'ammoniac anhydre**, dont le prix du kg d'azote est moins élevé que dans n'importe quel autre engrais azoté : 0,12 $ contre 0,25 $ à 0,48 $. Cet engrais peut être utilisé : soit par dissolution de l'ammoniac dans l'eau, procédé peu coûteux mais qui nécessite quelques précautions, soit par injection dans le sol, qui donne plus de régularité à la fumure. Suivent quelques indications sur les **nouveaux engrais phosphatés** utilisés en riziculture (phosphates naturels, TVA fused phosphate, scories basiques) et sur le **prix de revient de l'épandage des engrais**, au semoir (en ligne ou à la volée) et par avion.

L'annexe 2 est consacrée à quelques **travaux sur la physiologie et la génétique du riz**.

L'annexe 3 traite des **protocoles d'échantillonnage et d'analyse des semences de riz** aux Etats-Unis établis par le P. M. A.

L'annexe 4 s'intitule : **vingt-cinq questions qui peuvent se poser à propos du séchage du paddy et les réponses qui ont été apportées**. Ces questions et réponses condensent ce qui a déjà été exposé concernant : la récolte du paddy par la moissonneuse-batteuse, les opérations de séchage, la manipulation du paddy dans les installations de séchage, l'amélioration de la qualité du paddy par le séchage, les pertes de poids au séchage, la mesure de l'humidité, le séchage du riz de semence, la technique du séchage. On termine par quelques indications sur la sécurité et la lutte contre les poussières dans les rizeries.

II

EXTRAITS BIBLIOGRAPHIQUES

9-181

* Netchaiev (N.). — **Essai d'irrigation du cotonnier par pulvérisation au sovkhoz, Pakhta-Aral.** *Khlopkovodstvo*, 1952 (mai), n° 5, p. 58-66, 2 photos.

L'Institut de recherche scientifique en URSS d'hydrotechnie et d'amélioration a réalisé, en 1951, dans le sovkoz « Pakhta-Aral » (Kazakstan), sur une surface de 55 ha, des essais d'irrigation par pulvérisation. De semblables expériences avaient déjà été réalisées auparavant, mais sur des surfaces très limitées. De leurs résultats, on ne pouvait tirer de conclusions quant à l'emploi de ce nouveau procédé d'irrigation dans la culture du cotonnier.

L'expérience du sovkhoz Pakhta-Aral avait pour but de vérifier les données des expériences des années précédentes, ainsi que d'étudier les possibilités d'utilisation de ce procédé en grande culture.

Le but de ces expériences consistait à :

1°) déterminer les possibilités d'obtention de meilleures récoltes, les particularités du développement de la plante et de sa consommation en eau ;

2°) établir le prix de revient approximatif de ces irrigations et de l'emploi du matériel nécessaire.

Dans ce but, les observations suivantes ont été faites :

a) détermination des phases successives du développement du cotonnier ;

b) comptage, répété trois fois, des pieds de cotonnier durant toute la période de culture ;

c) comptage, effectué deux fois, des fruits formés ;

d) pesée de la récolte, sa durée, étude de la qualité du produit ;

e) nombre et normes des pulvérisations ;

f) nombre et normes des apports d'engrais ;

g) développement des insectes parasites et des maladies ;

h) récolte.

D'autres questions ont été étudiées simultanément : observations sur le rendement des machines, la dépense en combustible, la dépense en main-d'œuvre, appréciation sur les machines employées et détermination du prix d'établissement du réseau d'irrigation.

Les principales observations furent faites sur le terrain d'irrigation par pulvérisation et sur le terrain témoin d'irrigation par gravitation : une surface de 40 ha, située à côté du terrain irrigué par pulvérisation, avait été réservée à l'irrigation par gravitation.

L'essai a porté sur une surface de 95 ha, prise dans un rectangle mesurant 2 km sur 0,56 km.

Les sols de ce terrain sont de composition argileuse moyenne, ils sont lourds, d'origine fluviale, faiblement ou moyennement salins. Sa surface, au cours des trois années précédentes, avait été ensemencée en plantes fourragères, en luzerne et en céréales. D'où la structure granuleuse de la couche supérieure du sol.

Le poids « volumétrique » (?) du sol variait de 0,94 à 1,26, le poids spécifique de 2,43 à 2,6. L'humidité maxima du terrain était de 22 % du poids du sol sec dans une couche de 0,6 m. Le niveau des eaux souterraines variait en hiver de 3 m jusqu'à 3,8 m et était en été à 1.6 m.

Le terrain incliné d'Est en Ouest avait une pente allant de 0,00015 à 0,0003. Il se rencontre des taches salines (17 % de la surface). Un nivellement était prévu par le sovkhoz, les taches salines, plus hautes, étant sans végétation.

Dans la deuxième moitié d'octobre 1950 la surface du terrain était labourée à une profondeur de 28 cm. Un apport de 500 kg de superphosphate mélangé à 200 kg d'humus était effectué par hectare.

Les conditions climatiques de 1951 étaient extraordinaires : hiver neigeux, rigoureux, avril plus chaud que d'habitude, mai et juin froids. Le 13 avril, pluie de 15 mm ; en mai, trois pluies : 20 mm et milieu juin : 16,5 mm.

La partie supérieure du terrain d'expérience était occupée par la surface à irriguer par aspersion ; la partie inférieure par celle à irriguer par gravitation. Sur les deux terrains deux « brigades » travaillèrent, la meilleure fut affectée au terrain témoin irrigué par gravitation.

L'ameublissement du sol au printemps fut réalisé avec retard, le 24 mars. Avant l'ensemencement du terrain à irriguer par pulvérisation, on a détruit l'ancien réseau d'irrigation et on en a creusé un nouveau. Ce qui explique le fort tassement de la surface du sol. Le scarifiage et l'affinage ont eux aussi fortement desséché le sol.

Les semailles furent réalisées le 7-8 avril avec des graines trempées et traitées de la variété 108-F, à raison de 100 kg/ha, avec un semoir à quatre rangs.

Par suite du retard apporté au montage de l'installation de pulvérisation, les arrosages n'ont pu être effectués, et, en avril et mai, seules les pluies ont assuré la levée des plants, mais irrégulièrement ; ce qui a contribué à donner une densité des pieds de cotonnier inférieure à celle prévue par le plan :

Tableau 1

Moyens d'irrigation	Densité du semis	Nombre de cotonniers prévus par le plan par hect.	
		1.000 pieds	%
Par pulvérisation (1) .	70 × 18 × 1	80	100
Par gravitation (2) ...	70 × 18 × 1	80	100

Moyens d'irrigation	Nombre réel de cotonniers à différentes périodes					
	après éclaircissement		floraison		maturité	
	1.000 pieds par hect.	% d'après le plan	1.000 pieds par hect.	% d'après le plan	1.000 pieds par hect.	% d'après le plan
Par pulvérisation (1) .	76	95	63	79	50	75
Par gravitation (2)...	70	88	62	78	57	72

Les données du tableau se rapportent aux surfaces normales ensemencées. Sur les endroits élevés, les jeunes cotonniers étaient plus rares et perdus sur les plus élevés.

Le pourcentage d'humidité dans le terrain soumis à la pulvérisation était conforme aux données maxima prévues selon les couches du sol et l'âge de la plante.

* Article déja signalé dans *L'Agronomie Tropicale*, 1953 (septembre-octobre), p. 526.

TABLEAU 2

Phases de développement / Index	Avant l'apparition des boutons	Des boutons à la floraison	De la floraison à la maturité	Pendant la maturité
Couche calculée en cm	30	40	60	40
Pourcentage d'humidification maxima des champs.	75	75	75	60

Sur le terrain témoin l'irrigation était celle du sovkhoz : quatre arrosages à raison de 4.000 m³ par hectare.

Les observations sur le degré d'humidité des différentes couches de sol furent faites systématiquement, ce qui permit de réaliser à temps les arrosages successifs de pulvérisation.

Les époques et les quantités d'eau utilisées sur les terrains d'expérience et témoins (en m³ par ha) sont mentionnées au tableau 3.

TABLEAU 3

Moyens d'irrigation / Nombre d'irrigations	I		II	
	Epoque	Norme d'irrigation	Epoque	Norme d'irrigation
Pulvérisation (1).....	4-17 / VI	338	21 / VI — 1 / VII	475
Gravitation (2).....	3-9 / VI	1025	25 / VI — 4 / VII	1 750

Moyens d'irrigation / Nombre d'irrigations	III		IV	
	Epoque	Norme d'irrigation	Epoque	Norme d'irrigation
Pulvérisation (1)...	9-22 / VII	477	28 / VII — 16 / VIII	469
Gravitation (2).....	26 / VII — 6 / VIII	1653	19-24 / VIII	908

Moyens d'irrigation / Nombre d'irrigations	V		
	Epoque	Norme d'irrigation	Norme d'irrigation en m³ par hect.
Pulvérisation (1)	23 / VIII — 15 / IX	320	2 070
Gravitation (2).....	—	—	5 330

Les quantités d'eau dans les terrains témoins furent de 5.330 m³, au lieu de 4.000 m³ prévus par le plan. Par pulvérisation, la dépense d'eau était 2,6 fois moindre que la précédente et 2 fois moins élevée que celle prévue par le plan. Un des champs irrigués par pulvérisation n'a reçu que les quatre premiers arrosages, soit 1.750 m³ par ha, c'est-à-dire 3 fois moins que le témoin.

Il faut remarquer qu'après irrigation par pulvérisation le sol arrivait à saturation le troisième jour, seulement le quatrième et le cinquième pour l'irrigation par gravitation.

Sur le terrain arrosé par pulvérisation et sur le témoin, on effectua quatre binages mécaniques et trois sarclages manuels. Le sarclage à la main sur la surface irriguée par gravitation n'avait lieu que deux jours après le binage mécanique ; sur le terrain irrigué par pulvérisation le sarclage à la main était effectué avec moins de soins et se prolongeait de cinq à dix neuf jours.

Sur le terrain irrigué par aspersion, les cotonniers recevaient un mélange de nitrate d'ammoniaque et de superphosphate, sur celui irrigué par gravitation, on y ajoutait de l'humus. Les engrais azotés étaient entièrement épandus en solution dans l'eau d'arrosage. Les engrais phosphatés étaient épandus, d'une part, aux deuxièmes et troisièmes arrosages en solution et d'autre part, mécaniquement, avant l'arrosage. Les apports d'engrais sont indiqués au tableau 4.

TABLEAU 4

Moyens d'irrigation	Engrais	1		2	
		Epoque	kg/hect.	Epoque	kg/hect
Pulvérisation (1)	N	4-16 / VI	20	25-28 / VI	40
	P_2O_5	21-26 / VI	20	7-20 / VII	40
Gravitation (2) .	N	31 / V — 4 / VI	45	21-27 / VI	45
	P_2O_5	31 / V — 4 / VI	45	21-27 / VI	45
	humus séché	31 / V — 4 / VI	180	21-27 / VI	180

Moyens d'irrigation	Engrais	3		Total kg/hect.
		Epoque	kg/hect.	
Pulvérisation (1).	N	—	—	60
	P_2O_5	6-15 / VIII	30	90
Gravitation (2) ..	N	—		90
	P_2O_5	20-29 / VII	45	135
	humus séché	20-29 / VII	180	540

Sur le terrain arrosé par pulvérisation à l'aide des machines, les cotonniers ont été alimentés en surface en phosphate, au cours des quatrième et cinquième arrosages (10 kg P^2O^5/ha). Sur le terrain irrigué par gravitation, l'épandage a été réalisé le 20-24 juillet à l'aide des machines D. N. (épandeurs ?).

Les observations ont montré que dans les deux cas, les cotonniers se développaient presque également. Ce que prouvent les données du tableau 5.

Le tableau 6 apporte des données sur la fructification des cotonniers dans les deux cas. Les observations ont été faites à deux époques : durant la première décade d'août et durant la première décade de septembre.

Les données du tableau 6 apprennent qu'il y eut davantage de capsules formées dans les champs irrigués par pulvérisation que dans ceux par gravitation.

Sur les emplacements hauts salins, la fructifica-

TABLEAU 5

Moyens d'irrigation	Semis	Phases de développement du cotonnier				
		bouton		floraison		Maturité
		50 %	100 %	50 %	100 %	100 %
Pulvérisation (1).	8/V	5/VI	23/VI	10/VII	18/VII	22/IX
Gravitation (2) .	78/IV	10/VI	28/VI	11/VII	20/VII	21/IX

Moyens d'irrigation	Nombre de jours du semis aux 100 %		
	boutons	floraison	ouverture des capsules
Pulvérisation (1)....	76	101	167
Gravitation (2)	81	103	167

TABLEAU 6

Moyens d'irrigation	Espacement des pieds de cotonnier	Données déterminées au mois d'août				
		capsules	fleurs	boutons	endroits vides de fruits	total des endroits chargés de fruits
Pulvérisation (1) .	70×18×1	8,34	10,69	16,75	15,85	51,63
Gravitation (2) .	70×18×1	8,31	8,81	7,41	13,15	37,68

Moyens d'irrigation	Données déterminées en septembre				
	capsules	fleurs	boutons	endroits vides de fruits	total des endroits chargés de fruits
Pulvérisation (1)..	15,9	0,14	0,07	35,5	51,6
Gravitation (2)...	11,0	0,03	0,04	35,73	49,8

Moyens d'irrigation	% du nombre de fruits en			
	août		septembre	
	capsules	fruits tombés	capsules	fruits tombés
Pulvérisation (1)...	16,1	30,7	30,8	68,7
Gravitation (2)	22,0	34,9	28,1	71.6

tion sur le terrain arrosé par pulvérisation s'est montrée supérieure à celle du terrain irrigué par gravitation.

Le poids moyen d'une capsule de coton brut sur le terrain arrosé par pulvérisation était supérieur de 3 à 8 % à celle du terrain irrigué par gravitation. Ceci est confirmé par les résultats de la pesée de cent capsules récoltées sur les deux cônes (?) du cotonnier (tabl. 7).

Sur le terrain arrosé par pulvérisation, les cotonniers étaient moins atteints par des maladies et animaux nuisibles que sur le terrain irrigué par gravitation. Ainsi un puceron est apparu sur les cotonniers. Sur le terrain arrosé par pulvérisation, cet insecte a presque entièrement disparu, tandis que sur le terrain irrigué par gravitation, il ne disparut que plus tard.

TABLEAU 7

Moyens d'irrigation	Espacement des pieds de cotonnier	Premier cône		Deuxième cône	
		en hg	% en poids de capsules. Irrigation par gravitation	en hg	% en poids de capsules. Irrigation par gravitation
Pulvérisation (1) .	70×18×1	7,92	103	8,15	108
Gravitation (2).	70×18×1	7,69	100	7,56	100

Bien que parfois les règles de culture du cotonnier ne furent pas sévèrement appliquées sur le terrain arrosé par pulvérisation, la récolte s'y montra supérieure à celle du terrain irrigué par gravitation ; tant par le nombre plus grand de capsules, que par leur poids supérieur.

Les données obtenues à la récolte du coton brut selon les différents modes d'irrigation sont exposées dans le tableau 8.

TABLEAU 8

Moyens d'irrigation	N° du champ	Surface en hectares	
		effective	en soustrayant les parties hautes
Pulvérisation (1)	1	9,47	7,45
—	2	9,47	8,64
—	3	9,47	8,93
—	4	4,72	3,74
Total (pulvérisation).	—	33,12	28,26
Gravitation (2)	13	4,97	4,59
—	14	4,92	4,28
—	15	4,56	4,12
—	16	3,61	3,33
—	17	2,66	2,52
—	18	2,60	2,40
—	19	10,10	9,08
—	5	5,32	3,99
Total (gravitation) ..	—	38,74	34,74

Moyens d'irrigation	Récolte des champs en quintaux	Rendement en q/ha	
		sur toute la surface	moins les parties hautes
Pulvérisation (1)	360	37,0	47,0
—	390	41,2	45,2
—	333	35,2	39,5
—	201	42,5	53,6
Total (pulvérisation).	1274	38,5	45,1
Gravitation (2)	183	36,9	40,0
—	201	40,8	47,0
—	180	39,4	43,7
—	145	40,3	43,7
—	96,5	36,3	38,3
—	93,0	35,8	38,8
—	358	35,4	39,5
—	167	31,4	41,9
Total (gravitation) ..	1423,5	36,8	41,6

Les rendements les plus forts 53,6 q/ha lors de l'irrigation par pulvérisation ont été obtenus au champ n° 4. Ils ont dépassé de 16 % les rendements du terrain irrigué par gravitation. Le champ n° 4 fut arrosé quatre fois pendant la campagne. En outre, la quantité d'eau fournie s'élevait à 1.750 m³.

L'irrigation par pulvérisation du sovkhoz « P. A. » a été réalisée avec deux installations : une machine à deux bras DDA-100 et une machine D-M-40, la première desservait une surface de 40 ha, la deuxième de 15 ha.

La DDA-100, montée sur tracteur, pesait 4,5 t, elle avançait à la vitesse de 0,31 m à la seconde pulvérisant 100 l. L'eau se répandait en pluie sur une surface ayant 120 m de long sur 16 m de large soit 1.920 m². A chaque passage de la machine, le sol recevait 3 mm d'eau. Deux personnes servent la machine. Avec ses deux rampes d'arrosage, sur tracteur, elle prouve sa grande rentabilité. Elle mécanise et automatise entièrement le processus d'irrigation.

L'autre installation, DM-40, est fixe. Elle pulvérise une surface de 3.200 m², dépensant 40 l d'eau par seconde. Toutefois, cette machine se trouve encore à l'étude, elle a besoin de perfectionnements.

On a cherché à déterminer l'action de chaque machine sur le « tassement » des couches supérieures du sol et sur la désagrégation de la structure du sol. Il était nécessaire aussi de déterminer la quantité d'eau évaporée suivant les différents modes d'irrigation.

Le tassement du sol se produit et dans le cas d'irrigation par pulvérisation et dans celui d'irrigation par gravitation, mais le degré et le caractère en sont différents. Dans le cas de la pulvérisation, le tassement se réalise surtout sur la couche supérieure du sol, au-dessous de 10 cm elle est à peine marquée. Avec l'irrigation par gravitation, il se fait sur une couche de 30 à 40 cm.

Le problème de la perte en eau par évaporation pendant l'arrosage par pulvérisation est peu étudié. Pourtant l'importance de ce problème est grande, car les dépenses en eau en dépendent, ainsi que la capacité d'arrosage du réseau d'irrigation et le coefficient d'utilisation de la machine. L'évaporation de l'eau au moment de la pulvérisation crée un microclimat, qui amène une baisse de la température de l'air pendant les journées chaudes et augmente l'humidité de l'air, ce qui, en fin de compte, agit de façon positive sur le développement et le rendement des récoltes.

En 1951, on a réalisé des observations sur l'évaporation pendant l'arrosage à l'aide des machines de pulvérisation. Ces expériences avaient lieu pendant les journées chaudes, ensoleillées, à la température de + 24°. Avec la machine à pulvériser fixe, cet effet ne se fait sentir que sur la surface traitée et à la hauteur du brouillard. Dès que la pulvérisation est terminée, l'eau commence à s'évaporer intensivement. Ainsi, d'après les observations, au cours des quatre premières heures, il s'évapore de 6 à 8 % de la quantité d'eau.

Avec la machine mobile, la quantité d'eau évaporée dépend de la longueur du terrain arrosé. Pratiquement, la longueur de ce terrain doit être de 200 à 400 m, indépendamment de la longueur des rampes d'arrosage. Le trajet parcouru était de 330 m, en dix sept minutes. Pour arroser un hectare, avec 400 m³, il fallait quatre heures.

Avec la machine mobile, le processus d'évaporation de l'eau s'effectue autrement qu'avec la machine fixe. Aussi au cours des premiers passages de la machine mobile, l'évaporation est très intense, puis diminue. Entre le premier et le deuxième passages, l'évaporation est de 40 % de la quantité d'eau pulvérisée par la machine lors du premier passage. Après le quatrième et le cinquième passages, elle n'est plus que de 3 ou 4 %. Les 400 m³ d'eau par ha d'un arrosage, par temps ensoleillé et chaud, fournissent à l'évaporation 8 à 15 %.

Les machines de pulvérisation ont montré qu'elles sont très économiques. Quand on irrigue par exemple avec la machine mobile à deux rampes, on dépense 40 g de combustible Diesel par m³ d'eau. Donc, pour irriguer 1 ha, recevant 2.000 m³ d'eau, il faut 80 kg de combustible Diesel. Le prix d'achat du combustible et de l'huile est de 52 roubles.

Le salaire du conducteur du tracteur et de son aide s'élèvent à 38 roubles par ha. Le délai d'amortissement de la machine est d'environ vingt ans.

Après l'irrigation, on peut utiliser le tracteur pour d'autres travaux. C'est pourquoi seulement 50 % de l'amortissement du tracteur doit être attribué au compte de la pulvérisation. La surface arrosée avec une seule machine, durant une campagne est de 200 ha à raison de 2.000 m³ à l'hectare.

Les réparations courantes reviennent à 2 ou 3 roubles par ha. On a calculé que, sans amortissement et sans réparations courantes au réseau d'irrigation, la dépense pour l'irrigation d'un seul ha, par une machine d'arrosage par pulvérisation à deux rampes pendant la saison, revient à 105 roubles.

Or, actuellement, le prix de revient « planifié » d'un seul arrosage par gravitation dans le sovkhoz « P. A. » revient à 26 roubles par ha ; la valeur de quatre arrosages sera donc de 104 roubles ; de cinq arrosages, environ 130 roubles.

Ce calcul du prix de revient de l'arrosage par pulvérisation n'est qu'un calcul d'orientation, mais il montre tout de même que, bien que la technique soit insuffisamment mise au point, ce mode d'irrigation ne revient pas plus cher que l'irrigation par gravitation. Le réseau de la machine à deux rampes diffère du réseau d'arrosage par gravitation, il revient moins cher d'installation que le réseau d'arrosage par gravitation.

La machine à deux bras permet l'utilisation d'un réseau provisoire.

L'essai réalisé en 1951 a permis les constatations suivantes :

1°) L'irrigation par pulvérisation permet d'obtenir de bonnes récoltes.

2°) On peut obtenir de bonnes récoltes, grâce à cette machine en utilisant, par unité de surface, deux fois moins d'eau que dans l'irrigation par gravitation.

3°) Dans l'irrigation par pulvérisation, la même quantité d'eau permet d'obtenir trois à quatre fois plus de coton que dans l'irrigation par gravitation.

4°) Le coût de l'arrosage par pulvérisation est proche de celui par gravitation.

5°) Ce mode d'irrigation permet d'entrevoir la solution de certains grands problèmes d'économie nationale : utilisation des sols salins, augmentation des récoltes, économie d'eau, surtout dans les régions pauvres en eau, mécanisation et automatisme des arrosages.

Les données obtenues sur cotonnier l'an dernier nous incitent à pousser les recherches sur ce nouveau mode d'irrigation.

T. M.

8-182

Alexandrov (A. D.). — **Culture en chambre des citrus.** *Priroda*, Moscou, 1953 (oct.), n° 10, p. 106-111, fig.

Cette culture se rencontre dans toutes les régions de l'U. R. S. S. Les amateurs jardiniers de Pavlov-sur-Oka (affluent de la Volga) sont réputés pour leur savoir faire en citriculture : dans chaque maison les arbustes produisent des fruits. En Oural on cultive les citrus en chambre depuis le temps de Pierre Le Grand, et, dans la ville de Sverdlovsk nombreux sont les amateurs qui ont obtenu de très bons résultats. On trouve d'autres amateurs en Extrême-Orient, au delà du cercle polaire, sur l'Océan Pacifique, dans la République Socialiste Soviétique Autonome des Komis ; certains expérimentateurs récoltent jusqu'à trente fruits par arbre annuellement.

Des différentes espèces de citrus, les citronniers jouent le rôle le plus important dans l'économie nationale. Leurs fruits contiennent une quantité importante de vitamines. On les utilise avec succès pour accélérer le traitement des blessures, de l'angine, du scorbut, de l'artériosclérose... et autres maladies. Ils contiennent des vitamines, de l'acide citrique qui dissout bien les sels organiques et nettoie notre système sanguin.

Les fruits d'oranger et mandarinier contiennent très peu d'acide citrique et une quantité moindre de vitamines. Ce ne sont en général que des fruits de dessert. Dans la partie septentrionale et centrale de l'U. R. S. S., à cause du manque de lumière solaire et de chaleur, ils ne mûrissent pas entièrement et sont peu sucrés, leur qualité en est inférieure. La culture des grappe-fruits, en chambre, n'a presque pas été expérimentée, alors que cette plante mériterait qu'on lui réserve une très grande attention. L'arbre est très décoratif, ses fleurs forment de grandes grappes, ses fruits atteignent jusqu'à 25 cm de diamètre, ses feuilles sont foncées et luisantes et décorent la couronne de l'arbre. Les fruits contiennent, comme ceux des citronniers, jusqu'à 5 et 6 % d'acide citrique, davantage de sucre et en outre un alcaloïde qui rend sans action l'acide lactique qui se forme dans les tissus durant le travail et provoque la sensation de fatigue.

Le citronnier n'est pas très exigeant en chaleur. Pour la maturité de ses fruits acides la température ordinaire d'une pièce d'appartement est grandement suffisante. Au cours de la période de formation des boutons et de la floraison il suffit que dans la pièce on entretienne une température de 14 à 15°. A des températures élevées, le pistil s'atrophie dans les fleurs et la germe ne se forme pas. La température qui convient le mieux est 17°. A la température de 9° et au-dessous, la croissance s'arrête à cause du manque de chaleur. La plante n'aime pas une température trop élevée de l'air. Vers + 25 à 30°, la photosynthèse baisse brutalement, la plante évapore beaucoup, ce qui provoque la chute des boutons, parfois aussi des feuilles. Le citronnier aime la lumière et il faut lui assurer la plus grande quantité de lumière possible, en plaçant la plante près de la fenêtre orientée au Sud.

Tous les citronniers exigent beaucoup d'humidité, car leurs pays d'origine sont les subtropiques humides. Les petites racines ont peu de chevelu, aussi le sol doit-il être toujours humide mais sans excès, sinon les racines peuvent mourir. Toutes les espèces de citrus aiment l'air humide et dans une habitation trop sèche et chaude ils poussent mal et produisent peu de fruits.

Les citrus sont des plantes à feuilles persistantes ; leurs feuilles dans les conditions normales durent trois ans. Elles contiennent une réserve de matières nutritives ; aussi leur chute massive entraîne la perte de la récolte, les boutons tombent, et, sur l'arbre se développent des rejets végétatifs. Pour une croissance normale et pour la maturité d'un seul fruit la plante doit avoir au moins dix à douze feuilles bien développées. C'est pourquoi il est nécessaire de bien soigner les feuilles et d'éviter leur chute prématurée. Plus nombreuses seront les feuilles sur l'arbre, meilleure sera la récolte des fruits.

Les feuilles, qui se sont développées dans l'habitation, ou à l'air libre dans une orangeraie diffèrent radicalement par leur structure anatomique et par leurs propriétés physiologiques. Ainsi des feuilles ayant poussé dans une orangeraie à atmosphère humide et avec abondance de lumière, après le transport de la plante dans une pièce plus sombre et à air sec, diminuent leur activité physiologique. La plante souffre longtemps avant de s'acclimater aux nouvelles conditions de milieu et ne porte pas de fruits. Les feuilles qui poussent dans une habitation s'adaptent à ces conditions : faible lumière, température modérée et faible humidité de l'air. Elles assimilent activement, assurant une bonne croissance et un développement normal de la plante. Moins il y a de lumière dans la pièce, plus grandes sont les feuilles. De structure elles sont plus minces, plus délicates. Aussi ne peut-on transporter la plante avec ses feuilles d' « habitation » sur un terrain découvert ou sur une véranda recevant directement les radiations solaires. Dans ce cas les rayons solaires brûlent les feuilles qui se recroquevillent, cessent d'assimiler et tombent.

Dans de nombreuses régions, on pratique une culture dite « transportable ». En été, la plante reste dans le jardin ou sur la véranda et reçoit directement la lumière du soleil ; en hiver on la transporte dans l'habitation. Dans ce cas, on supprime les feuilles formées dans l'habitation : toutes les pousses apparues en hiver sont enlevées, en fait la plante ne fait qu'hiverner dans la pièce. Toutefois, cette méthode n'est applicable que dans le Midi, où l'on peut transporter les plantes dans le jardin aux premiers rayons du printemps sans crainte de gelée. Dans les régions de zone moyenne et plus septentrionale, on ne peut pas recommander cette méthode de culture dite « transportable ».

Dans des conditions de lumière, chaleur, humidité et nutrition suffisantes, le citronnier pousse, fleurit et fructifie au cours de toute l'année. Dans les habitations, à cause du manque de lumière, habituellement, il existe deux ou trois périodes de croissance. Les amateurs doivent porter une attention toute particulière à la formation du citronnier. Il ne faut pas oublier que les premiers fruits du citronnier apparaissent sur les petites branches fructifères du cinquième, du sixième rang et même d'un rang supérieur de la ramification. La couronne doit avoir une jolie forme sphérique avec le plus grand nombre possible de rameaux végétatifs et fruitiers apparaissant sur les branches du troisième ou quatrième rang sur le tronc de l'arbre. Connaissant cet ordre de fructification, nous pouvons former l'arbre à la dimension voulue et donner à sa couronne une forme à volonté, régulariser les délais d'entrée des citronniers dans la période de fructification. Pour faire pousser dans un pot un petit citronnier, que l'on peut mettre sur une table dans une pièce, les branches du tronc se taillent très courts : à 15 ou 20 cm. Dans le cas où l'on veut avoir un arbre destiné à un atelier d'usine, une salle ou autre local, on laisse les branches du tronc plus longues et la hauteur totale de l'arbre atteint 2 ou 3 m.

Dans la couronne du citronnier existent différents types de branches. Il faut les connaître. Comme on l'a indiqué ci-dessus, sur les branches du tronc, qui supportent le poids de toute la couronne de l'arbre, il se forme des branches végétatives. Celles-ci ne portent pas de fruits. Sur elles apparaissent de petites branches fructifères plus fines, courtes poussant horizontalement. Elles peuvent donner naissance à des fleurs dans l'année même ou celle suivant la maturité des feuilles. En taillant les branches végétatives, nous pouvons régulariser la formation des branches fructifères.

Dans la couronne du citronnier, il se forme souvent des gourmands ; ils se développent avec force et soutirent les matières nutritives des branches voisines ; en général, ils ne portent pas de fruits, épaississent et déforment la couronne. Ils sont généralement supprimés à leur apparition. En présence de place libre on les courbe dans la couronne dans la direction nécessaire, réduisant leur longueur à la dimension voulue pour la formation des rameaux végétatifs et ensuite des branches fructifères.

Comme nous le voyons, il est obligatoire de tailler le citronnier d'habitation. Plus sont nombreux les rameaux fructifères, meilleure sera la récolte de l'arbre. Le citronnier de petite taille formé régulièrement doit avoir un format réduit avec trois ou quatre branches latérales de premier ordre réparties régulièrement. Les pousses fortement développées, qui atteignent 20 ou 25 cm, sont pincées. Après le pincement, la croissance progressive de la pousse s'arrête, et, après la maturité complète des feuilles, on la taille à la longueur voulue à deux yeux. Tant que la formation des branches du tronc n'est pas achevée, on ne doit pas laisser l'arbre fructifier. La première taille s'effectue habituellement au printemps, en mars, quand les jours deviennent suffisamment longs et que les feuilles nouvellement formées peuvent recevoir une quantité suffisante de lumière. Les feuilles poussées pendant la période hivernale, faute de lumière, deviennent anormalement grandes et bien souvent ont des limbes difformes. La deuxième taille s'effectue après l'achèvement de la première croissance et la troisième après l'achè-

vement de la deuxième. A partir d'août et septembre, il ne faut plus tailler, on doit se limiter au pincement des pousses croissantes pour prévenir la croissance hivernale. A la taille on supprime les rameaux malades, secs, cassés, qui existent dans la couronne. On raccourcit les branches végétatives pour la formation des rameaux fructifères et on enlève les gourmands. On supprime toutes les pousses superflues, qui apparaissent sur le tronc, sur les branches du tronc, et les branches végétatives à leur apparition.

Dans les conditions d'habitation, seuls les citronniers des espèces locales poussent bien et donnent des fruits. Ils proviennent de graines et ont été cultivés dans les conditions d'habitation, de la germination des graines à la fructification ils se développeront dans ces conditions, ce milieu leur est devenu indispensable. Les espèces des pays à agrumes transportées dans les zones moyennes et septentrionales de l'U. R. S. S., en général, poussent mal et souvent dépérissent complètement.

Pour les régions Nord situées entre les 55 à 60° de latitude Nord (Léningrad, Moscou, Gorki, Sverdlorsk) on recommande de cultiver le citronnier « Pavlovski », qui était cultivé dans la ville de Pavlov, région de Gorki. On peut trouver des plants du citronnier Pavlovski dans la pépinière de la ville de Bogorodsk, dans la région de Gorki, à Moscou, dans le sovkhoz « X^e Année d'Octobre » et dans la ferme d'élevage de volaille dans la ville de Bratzev.

Le citron « Ouralsky », répandu à Sverdlorsk, est reproduit dans l'orangerie de l'usine Ouralmach et à la station expérimentale agricole de culture fruitière.

Des citronniers fructifères, provenant de graines, existent chez les amateurs de culture de citronnier, à Moscou ; le citronnier « Moskovsky » y donne indiscutablement les meilleurs résultats.

Dans les conditions de 44 à 55° de latitude Nord, c'est-à-dire plus au Sud de Koursk, il convient d'expérimenter le citron « Koursky » que l'amateur Fromenko (A. H.) a obtenu. Il est indispensable que la pépinière du trust Gorzelentrest s'occupe de sa reproduction. Le citron « Maïkopsky » provient des graines de Pletnikov (Prascovie). Cette variété de citronnier se reproduit dans les pépinières Maikov du Gorzelentrest. Le citronnier « Odessky » a été obtenu par Vlassenko (I. A.) dans le jardin botanique d'Odessa. En Azerbaïdjan, le citronnier « Noukhinsky » est réputé. En Asie Centrale, l'amateur Panine a fait venir une nouvelle sorte de citronnier, l' « Uzbeckistan », etc...

Avant d'introduire des semences d'une nouvelle variété de citronnier, il est nécessaire de s'informer de ses qualités. Le citronnier d'habitation ne doit pas être exigeant quant aux conditions d'éclairage, il doit pouvoir résister à l'atmosphère sèche des habitations. En présence d'un grand nombre de plants, il faut sélectionner les exemplaires qui poussent bien, qui n'ont pas beaucoup d'épines, avec une couronne compacte, un feuillage dense vert foncé avec des entrenœuds rapprochés. Ces plants ne doivent être cultivés que dans les conditions d'habitations car ces plantes s'adaptent à ces conditions qui leur deviennent indispensables.

Les plants entrent dans la période fructifère de la sixième à la vingtième année selon la latitude de la localité. Le citronnier est une plante de jour court. Plus on va vers le Nord, plus tardivement s'effectue la fructification. Pour accélérer ce processus nous recommandons de :

a) former la couronne du petit citronnier en branches du premier au septième ordre ;

b) en hiver, placer la plante durant un ou deux mois dans un local clair à une température de 4 à 5° C ;

c) dans les latitudes Nord, en novembre, décembre, janvier et février, donner une « nourriture de lumière » avec une lampe électrique allongeant la durée du jour jusqu'à douze et quatorze heures ;

d) comme engrais employer le purin avec du superphosphate ;

e) faire aussi rarement que possible des transvasements dans un récipient plus grand ;

f) à la couronne du plant greffer deux ou trois yeux pris sur un citronnier fructifère.

Les citronniers fructifères se reproduisent par bouturage ou greffage. Pour la bouture il faut prendre une pousse arrivée à sa maturité et ayant un diamètre de 4 à 5 mm. On coupe une pousse de 10 à 12 cm de longueur avec quatre ou cinq bourgeons. La coupe inférieure se fait à travers un bourgeon et la coupe supérieure au-dessus d'un bourgeon. On laisse les deux ou trois feuilles supérieures et on supprime les feuilles inférieures. On plante la bouture dans un pot à la profondeur de 2 cm dans une terre meuble, on arrose tous les jours et on la tient à la fenêtre sous une cloche de verre, mise légèrement à l'ombre pour garantir des rayons directs du soleil. Au bout de deux à trois semaines apparaissent les racines et les bourgeons supérieurs commencent à se développer. A ce moment-là on peut enlever la cloche de verre.

Pour le greffage il faut prendre des plants de citronnier ou oranger du diamètre d'un crayon. Le greffage par œil s'effectue au mois de mars-avril, afin que la pousse naissante ait le temps de former des feuilles d'habitation avant l'arrivée de l'automne. On ne peut pas greffer le citronnier sur des plants de *trifoliata*.

Le meilleur récipient pour la culture du citronnier est le pot de fleur habituel. Les tonneaux en bois coûtent cher, pourrissent vite et sont lourds. La transplantation dans un récipient plus grand s'effectue quand la surface du bloc de terre est recouvert par un filet de chevelus, ce qu'on peut constater en faisant sortir du pot le bloc de terre. La dimension du nouveau récipient doit être plus grande de 4 à 5 cm. Le transvasement s'effectue alors sans endommager le bloc de terre et le chevelus. L'espace libre entre le bloc et la paroi du pot est rempli de bonne terre nourrissante, fraîche, qu'il faut tasser pour que l'eau, au moment de l'arrosage, ne s'en aille pas dans la couche meuble sans avoir imbibé le bloc. En présence d'une terre dure et argileuse les racines se développent près des parois du pot ou du tonneau, la partie intérieure du bloc se dessèche, et la plante pousse très mal. Le citronnier est une plante des subtropiques humides, aussi la terre dans le pot doit-elle toujours être suffisamment humide. Si, en la serrant dans la main, la terre s'émiette, il est nécessaire d'arroser. Si la terre dans le pot se dessèche, il faut la détremper progressivement par petite quantité d'eau, avec un intervalle de cinq à dix minutes, ou alors il faut poser le pot dans un petit récipient avec de l'eau. Quand la terre est sèche, l'eau par des crevasses descend jusqu'au trou au fond du pot sans imbiber le bloc de terre.

Comme engrais pour les citronniers, on emploie d'ordinaire les engrais organiques et minéraux. Comme engrais organiques, les sciures de corne sont excellentes, elles contiennent plus de 10 % d'azote. On les ajoute à la terre en préparant le mélange de la terre au moment de la plantation de la plante à raison de 1 % en poids. On ajoute 1 % de farine d'os, qui contient beaucoup de phosphore et de calcium. Comme engrais potassiques on peut ajouter un peu de cendres.

Le fumier est un très bon engrais qui, dans la période de végétation, est répandu en couche mince au-dessus de la terre ; le purin est répandu au moins une fois en dix jours. Dans les conditions d'une grande ville on ne peut pas toujours employer des engrais organiques, aussi emploie-t-on des « suraliments minéraux ». Dans 1 l d'eau on dissout 5 g de nitrate de potassium. On le donne selon l'état de la plante. En hiver on ne l'utilise pas, pour ne pas stimuler la croissance. Pour le développement normal de la plante on met de l'engrais environ une fois par mois. Les engrais phosphatés se préparent de la manière suivante : pour 1 l d'eau on prend 50 g de superphosphate. On le fait bouillir une demi-heure. On vide le liquide jaune déposé après l'avoir délayé avec dix fois son volume d'eau pure ou encore mieux de purin. La solution de l'engrais minéral utilisé doit

imbiber le bloc de terre tout entier : la veille on arrose la terre avec de l'eau pure.

Le « climat » d'habitation diffère radicalement des conditions du plein air. Dans une pièce, au cours de la période hivernale, l'intensité de l'éclairage n'est que de 5 ou 10 % de l'éclairage normal ; pendant les jours couverts elle oscille de 1 à 3 %. Dans l'habitation il n'y a jamais de rosée, ni de pluie. L'humidité relative de l'atmosphère avec le chauffage baisse souvent jusqu'à 30 ou 40 %, tandis que pour le citronnier l'humidité optima est de 60 à 70 %. Dans l'habitation, pendant toute l'année, on s'efforce d'entretenir la température optima pour la croissance et la fructification. La cause la plus fréquente de chute des feuilles, des boutons et parfois même de la perte de la plante provient du manque de lumière et de la sécheresse excessive de l'air en présence du chauffage central.

Durant l'hiver, de novembre à février, dans les conditions d'habitation, la lumière du jour, n'est suffisante, pour que se produise la photosynthèse, que durant cinq à six heures. A cause du manque de lumière, l'énergie de photosynthèse est très basse et dépasse rarement 0,5 mg par heure, ce qui fait au cours de la journée près de 3 mg. Le processus de la respiration se fait au cours des vingt quatre heures. Plus la température est élevée dans l'habitation, plus est énergique la respiration de la plante. A la température d'habitation, de 18 à 20° C, l'intensité de la respiration en moyenne atteint 5 mg par heure. Au cours des dix huit heures de la période sombre, la plante dépensera 90 mg de matières de réserve et n'en recevra au cours de la journée que 3 à 4 mg. Durant l'hiver le citronnier, ayant dépensé toutes les réserves, accumulées au cours de l'été, laisse tomber ses feuilles et au printemps il peut périr par suite de l'épuisement excessif. Nous recommandons d'employer, de novembre à février inclus, un éclairage artificiel au moyen d'une lampe électrique ordinaire de puissance 100 W. On introduit l'ampoule, du type bleu médical, dans un réflecteur chromé ou un réflecteur à miroir. A la rigueur on peut employer le réflecteur en fer blanc. Nos expériences ont démontré que le réflecteur augmente de six à huit fois l'intensité de l'éclairage, grâce à quoi l'énergie de la photosynthèse s'accroît de trois fois. On peut allumer la lampe électrique au crépuscule et l'éteindre vers minuit. Dans ces conditions les plantes ne perdent plus leurs réserves d'été, et, au mois de mars, elles commencent leur végétation et se mettent à fleurir.

T. M.

Le Gérant : A. ANGLADETTE.

1427. — Imp. Jouve, 15, rue Racine, Paris. — 9-54